

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-111675

(43)Date of publication of application : 25.04.1995

(51)Int.Cl.

H04Q 7/34
G01S 5/02
G01S 11/02

(21)Application number : 06-211745

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 12.08.1994

(72)Inventor : MATSUNO TAKASHI

(30)Priority

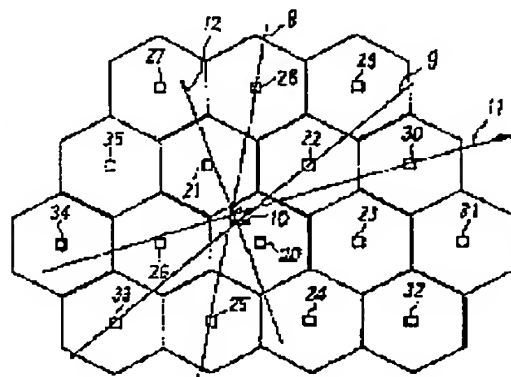
Priority number : 05226525 Priority date : 19.08.1993 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR POSITIONING MOBILE OBJECT AND MOBILE COMMUNICATION SYSTEM USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To simultaneously and highly precisely detect the position, the shift speed and the shift direction of a mobile object by permitting peripheral base stations to measure a transmission radio wave transmitted from the mobile object for detecting frequency shift quantity based on a Doppler effect.

CONSTITUTION: When a mobile object detection processing is started, a mobile subscriber system exchange station MSL requests the search of all dead channels/slots (CH/SL) and the notice of a search result to a station 20 where the mobile object 10 being a measurement object exists and the peripheral base stations 21-26. MSL receives the notice and searches/gives the notice of common CH/SL to the stations 20-26. The station 20 transmits the non-modulated wave of a frequency f_c to free CH/SL and the mobile object 10 transmits the non-modulated wave of a frequency f_0 after prescribed time. The stations 20-26 detect/store received frequencies f_{c0} - f_{c6} and f_{00} - f_{06} . The stations 20-26 calculate f_{00} - f_{c0} to f_{061} - f_{c6} and give the notice to MSL. MSL calculates maximum shift quantity ΔF and $\Delta F \cos \theta$ based on the notice, sets a first straight line 11 and a second straight line 12 and obtains the position and the shift speed of the mobile object.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-111675

(43) 公開日 平成7年(1995)4月25日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 Q 7/34

G 0 1 S 5/02

11/02

Z 4240-5 J

7304-5 K

H 0 4 Q 7/04

G 0 1 S 11/00

C

A

審査請求 未請求 請求項の数63 F D (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-211745

(22) 出願日 平成6年(1994)8月12日

(31) 優先権主張番号 特願平5-226525

(32) 優先日 平5(1993)8月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 松野 敬司

東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新

日本製鐵株式会社内

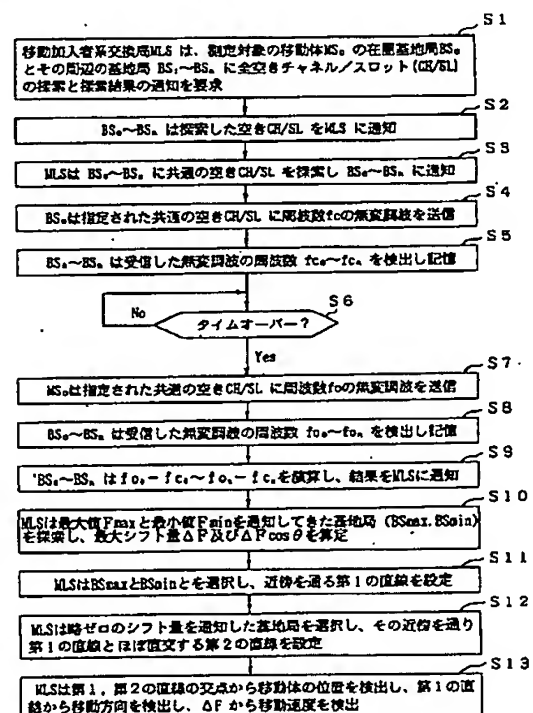
(74) 代理人 弁理士 半田 昌男

(54) 【発明の名称】 移動体の位置決め方法及びその装置、並びにそれを用いた移動体通信システム

(57) 【要約】

【目的】 移動通信システムに用いて好適であり、さらにカーナビゲーションシステムや、工場内のロボットの走行制御などに適用可能な、移動体の位置、移動速度及び移動方向を同時に高い精度で検出できる移動体の位置決め方法及びその装置を提供する。

【構成】 移動体が発信する一定の周波数の電波を、移動体の移動可能な領域内の、複数の隔離した固定位置において設けられた複数の基地局が受信し、一定周波数の電波を受信した基地局は受信電波の周波数を検出し、前記複数の固定位置のそれぞれにおいて検出される受信電波の周波数の前記一定の周波数からの変化量と、前記複数の固定位置とに基づいて、前記移動体の位置を求める。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動体から所定の周波数の電波を発信するステップと、
前記移動体から発信される電波を受信可能な領域内の離間した複数の位置にあって、それぞれ前記移動体から発信された電波を受信して、その受信電波の周波数を検出するステップと、
前記複数の位置のそれぞれにおいて検出される受信電波の周波数の前記所定の周波数からの変化量と、前記複数の検出位置の情報とに基づいて、前記移動体の位置を求めるステップと、
を具備することを特徴とする移動体の位置を決める方法。

【請求項 2】 移動体から所定の周波数の電波を発信するステップと、
前記移動体から発信される電波を受信可能な領域内の、離間した複数の位置において、それぞれ前記移動体から発信された電波を受信して、その受信電波の周波数を検出するステップと、
前記複数の位置において検出される受信電波の周波数に基づいて、それぞれの位置において観測される前記移動体の移動に伴うドップラーシフト量を示すドップラーシフト信号を求めるステップと、
前記それぞれのドップラーシフト信号の中から、予め定めた条件を満足する少なくとも 2 種のドップラーシフト信号を選択するステップと、
前記選択されたドップラーシフト信号に対応する前記検出位置の情報から前記移動体の位置を求めるステップと、
を具備することを特徴とする移動体の位置を決める方法。

【請求項 3】 前記選択されるドップラーシフト信号は、前記複数のドップラーシフト信号で表されるアップワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 1 のドップラーシフト信号、ダウンワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 2 のドップラーシフト信号、及びドップラーシフト量の最小のものを与える第 3 のドップラーシフト信号を含むことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 前記移動体の位置は、前記第 1 のドップラーシフト信号に対応する検出位置と、前記第 2 のドップラーシフト信号に対応する検出位置とを結ぶ第 1 の直線と、前記第 3 のドップラーシフト信号に対応する検出位置を通り、前記第 1 の線に直角な第 2 の直線との交点より決められることを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】 前記選択されるドップラーシフト信号は、前記複数のドップラーシフト信号で表されるアップワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 1 のドップラーシフト信号、ダウンワードドップラーシフト信号、及びほぼ等しいアップワードシフト量とダウンワ

2

ードシフト量を与える第 3、第 4 のドップラーシフト信号を含むことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 6】 前記移動体の位置は、前記第 1 のドップラーシフト信号に対応する検出位置と、前記第 2 のドップラーシフト信号に対応する検出位置とを結ぶ第 1 の直線と、前記第 3 のドップラーシフト信号に対応する検出位置と、前記第 4 のドップラーシフト信号に対応する検出位置とを結ぶ第 2 の直線との交点より決められることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】 移動体の移動可能な領域内の複数の離間した位置の各々において前記移動体から発信される所定周波数の電波を受信し、受信電波の周波数の前記所定周波数からの変化量を求める手段と、
前記複数の位置においてそれぞれ受信される前記移動体から発信される電波の周波数の変化量と、前記複数の位置とに基づいて前記移動体の位置を決める手段と、
を具備することを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 8】 複数の離間した固定位置のそれぞれに設けられた、移動体から発信される所定周波数の電波を受信して、その周波数を検出する手段と、
前記複数の固定位置において検出された受信電波の周波数に基づいて、それぞれの固定位置において観測される前記移動体の移動に伴うドップラーシフト量を示すドップラーシフト信号を作る手段と、
前記それぞれのドップラーシフト信号の中から、予め定めた条件を満足する少なくとも 2 種のドップラーシフト信号を選択する手段と、
前記選択されたドップラーシフト信号に対応する前記固定位置の情報から前記移動体の位置を求める手段と、
を具備することを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 9】 前記選択されるドップラーシフト信号は、前記複数のドップラーシフト信号で表されるアップワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 1 のドップラーシフト信号、ダウンワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 2 のドップラーシフト信号、及びドップラーシフト量の最小のものを与える第 3 のドップラーシフト信号を含むことを特徴とする請求項 8 記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 10】 前記移動体の位置は、前記第 1 のドップラーシフト信号に対応する固定位置と、前記第 2 のドップラーシフト信号に対応する固定位置とを結ぶ第 1 の直線と、前記第 3 のドップラーシフト信号に対応する固定位置を通り、前記第 1 の線に直角な第 2 の直線との交点より決められることを特徴とする請求項 9 記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 11】 前記選択されるドップラーシフト信号は、前記複数のドップラーシフト信号で表されるアップワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 1 のドップラーシフト信号、ダウンワードドップラーシフト量の最大のものを与える第 2 のドップラーシフト信号、

10

20

30

40

50

及びほぼ等しいアップワードシフト量とダウンワードシフト量を与える第 3、第 4 のドップラーシフト信号を含むことを特徴とする請求項 8 記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 1 2】 前記移動体の位置は、前記第 1 のドップラーシフト信号に対応する固定位置と前記第 2 のドップラーシフト信号に対応する固定位置とを結ぶ第 1 の直線、及び前記第 3 のドップラーシフト信号に対応する固定位置と前記第 4 のドップラーシフト信号に対応する固定位置とを結ぶ第 2 の直線の交点より決められることを特徴とする請求項 1 1 記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 1 3】 与えられた領域内を移動する移動体と無線通信するため前記領域内の複数の離間した位置に基地局を備え、それぞれの基地局の通信サービスゾーンによって前記領域がカバーされて構成される移動体通信システムであって、
前記基地局の各々に設けられ、前記移動体から発信される所定周波数の電波を受信して、その受信電波の周波数を検出する手段と、
前記複数の基地局において検出された受信電波の周波数に基づいて、それぞれの基地局において観測される前記移動体の移動に伴うドップラーシフト量を示す複数のドップラーシフト信号を求める手段と、
前記複数のドップラーシフト信号の中から、予め定めた条件を満足する少なくとも 2 種のドップラーシフト信号を選択する手段と、
前記選択されたドップラーシフト信号に対応する前記位置情報とその位置におけるドップラーシフト量とから前記移動体の位置を求める手段と、
を具備することを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 4】 電波を送信する移動体と無線通信を行うために移動体の移動可能な領域内に配置されている複数の基地局と、
これら各基地局にて受信した前記移動体から送信される所定の電波の受信周波数を検出するための周波数検出手段と、
この周波数検出手段の検出結果と前記移動体から送信される前記所定の電波の送信周波数との差異、および前記各基地局の位置とから前記移動体の位置を検出するための移動体検出手段と、
を備えたことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段の検出結果に基づき前記移動体の移動方向を検出する移動方向検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 6】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段の検出結果

に基づき前記移動体の移動速度を検出する移動速度検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 7】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段が検出した周波数の差異をドップラーシフトによる変化量を含むものとして取り扱うことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 8】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの基地局またはその近傍と、ほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの基地局またはその近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼゼロまたは最小のシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの基地局またはその近傍を通りかつ前記第 1 の直線にほぼ直交する第 2 の直線との交点を前記移動体の位置として検出する手段を備えたことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 1 9】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの基地局またはその近傍とほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの基地局またはその近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼ等しいアップシフト量とダウンシフト量のそれぞれを含む検出値を得た少なくとも二つの基地局またはそれぞれの近傍を通る第 2 の直線との交点を前記移動体の位置として検出する手段を備えたことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 0】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記検出された移動体の位置、移動方向及び移動速度の少なくとも一つに基づき前記移動体の通信に係わるゾーンの切り替え制御をするための切替え制御手段を更に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 1】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、

前記各基地局と有線又は無線伝送路を介して接続される移動加入者系交換局を更に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 2】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、
前記移動体検出手段は、前記移動加入者系交換局に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 3】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、

前記各基地局は、前記受信電波の検出に先立ってまたは検出の後に所定周波数の基準信号を周辺の各基地局に送

信する基準信号送信手段と、自局又は他の基地局から受信した基準信号の周波数を検出し保存する手段と、この保存中の周波数で前記検出結果を修正する手段とを更に備えていることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 4】 請求項 1 4 記載の移動体通信システムにおいて、前記周波数検出手段は、前記移動体から前記所定周波数の電波が発信される直前、または直後において非移動体から発信される前記所定周波数の電波を受信してその受信周波数を検出し、記憶する手段を含み、該記憶された周波数を前記所定の周波数とする移動体通信システム。

【請求項 2 5】 請求項 2 4 記載の移動体通信システムにおいて、前記非移動体は、前記移動体の在圏する基地局を含むことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 6】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、前記各基地局は、前記移動体検出手段に有線伝送路を介して接続され、この有線伝送路を通して前記移動体検出手段が送信した信号を用いて前記移動体の送信電波の周波数の検出を行うことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 7】 請求項 2 6 に記載の移動体通信システムにおいて、前記有線伝送路は広帯域伝送路を含むことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 8】 請求項 2 7 に記載の移動体通信システムにおいて、前記広帯域伝送路は、光ファイバーケーブルを含むことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 2 9】 請求項 1 9 に記載の移動体通信システムにおいて、前記切り替え制御手段は地図情報記憶手段を更に備え、この地図情報記憶手段に記憶されている地図と前記移動体の検出結果との比較により前記移動体の通信に係わるゾーンを切り替え制御することを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 3 0】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、前記移動体検出手段が検出した移動体の位置、移動方向及び移動速度のうち少なくとも一つをこの移動体に通知する通知手段を更に備えたことを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 3 1】 請求項 1 4 に記載の移動体通信システムにおいて、前記各基地局と前記移動体とは TDMA 方式、CDMA 方式又は FDMA 方式の通信を行うと共に、前記移動体からの周波数検出対象の電波の送信は、前記各基地局に共通の空きタイムスロット又は空きチャネルを使用して行われることを特徴とする移動体通信システム。

【請求項 3 2】 所定周波数の電波を送信する移動体と無線通信を行うために移動体から送信される電波を受信可能な領域内に複数の基地局を配置し、

これら各基地局で受信した前記移動体からの電波の受信周波数を検出するための周波数検出ステップと、

この周波数検出ステップによる検出結果と前記移動体から送信される前記所定周波数の電波の送信周波数との差異及び前記各基地局の位置とから前記移動体の位置を検出するためのステップと、

10 を備えたことを特徴とする移動体検出方法。

【請求項 3 3】 電波を送信する移動体と無線通信を行うために移動体から送信される電波を受信可能な領域内に配置されている複数の無線局と、

これら各無線局にて受信した前記移動体から送信される所定の電波の受信周波数を検出するための周波数検出手段と、

20 この周波数検出手段の検出結果と前記移動体から送信される前記所定の電波の送信周波数との差異、及び前記各無線局の位置から前記移動体の位置を検出するための移動体検出手段と、

を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 3 4】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段の検出結果に基づき前記移動体の移動方向を検出する移動方向検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

30 【請求項 3 5】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段の検出結果に基づき前記移動体の移動速度を検出する移動速度検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 3 6】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段は、前記周波数検出手段が検出した周波数の差異をドップラーシフトによる変化量を含むものとして取り扱うことを特徴とする移動体の位置決め装置。

40 【請求項 3 7】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの無線局の近傍と、ほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの無線局の近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼゼロの又はほぼ最小のシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの無線局の近傍を通りかつ前記第 1 の直線にほぼ直交する第 2 の直線との交点を前記移動体の位置として検出する手段を備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 3 8】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記各無線局は、前記受信電波の周波数の検出に先立って、または検出の後に、所定周波数の基準信号を周辺の各無線局に送出する基準信号送出手段と、自局又は他の無線局から受信した基準信号の周波数を検出し保存する手段と、この保存中の周波数で前記検出結果を修正する手段とを更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 3 9】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において

前記移動体検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの無線局またはその近傍とほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの無線局またはその近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼ等しいアップシフト量とダウンシフト量のそれぞれを含む検出値を得た少なくとも二つの無線局またはそれぞれの近傍を通る第 2 の直線との交点を前記移動体の位置として検出する手段を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 0】 請求項 3 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段が検出した移動体の位置、移動方向及び移動速度のうち少なくとも一つを無線伝送路を介して直接又は前記各無線局を介してこの移動体に通知する通知手段を更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 1】 請求項 4 0 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記移動体検出手段及び前記通知手段は、前記各無線局と無線又は有線伝送路を介して接続される上位局内に設置されていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 2】 移動体から送信される電波を受信する複数の無線局を有し、これら各無線局が受信した前記移動体からの電波に基づいて移動体検出手段により前記移動体の位置を検出する移動体の位置決め方法において、前記移動体検出手段は、前記各無線基地局で受信した前記移動体からの電波の受信周波数を検出する周波数検出ステップと、

この周波数検出ステップにおける検出結果と前記移動体から送信される所定の電波の送信周波数との差異、及び前記各無線局の位置から前記移動体の位置を検出する移動体の検出ステップと、

を有することを特徴とする移動体の位置決め方法。

【請求項 4 3】 所定周波数の電波信号を送信する移動体からの電波を受信するために前記移動体が移動可能な空間に、ある間隔を隔てて配置されている複数の受信手段と、

これらの受信手段が受けた前記電波信号の周波数変化量を測定するための周波数変化量測定手段と、

この周波数変化量測定手段の測定した前記各電波信号の周波数変化量と前記受信手段の配置位置とに基づき前記移動体の位置を検出する位置検出手段と、

を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 4】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、前記周波数変化量測定手段が測定した周波数変化量をドップラーシフトによる変化量を含むものとして取り扱うことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 5】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、前記周波数変化量検出手段の検出結果にもとづき前記移動体の移動方向を検出する移動方向検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 6】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、前記周波数変化量検出手段の検出結果にもとづき前記移動体の移動速度を検出する移動速度検出手段を更に備えていることを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 7】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの受信手段またはその近傍と、ほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの受信手段またはその近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼゼロまたは最小のシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの受信手段またはその近傍を通りかつ前記第 1 の直線にほぼ直交する第 2 の直線との交点を前記移動体の位置として検出する手段を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 8】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの受信手段またはその近傍と、ほぼ最大のダウンシフト量を含む検出値を得た少なくとも一つの受信手段またはその近傍とを通る第 1 の直線と、ほぼ等しいアップシフト量とダウンシフト量のそれぞれを含む検出値を得た少なくとも二つの受信手段またはそれぞれの近傍を通る第 2 の直線との交点を、前記移動体の位置として検出する手段を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 4 9】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、地図情報を記憶してなる地図情報記憶手段を備え、前記周波数変化量検出手段からの周波数変化量に基づく位置測定結果を前記地図情報記憶手段の情報に基づいて修正する位置修正手段を更に備えたこ

とを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 0】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段は、前記移動体の位置、移動方向及び移動速度を同時に測定する手段を更に有することを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 1】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記位置検出手段が検出した移動体の位置、移動方向及び移動速度のうち少なくとも一つをこの移動体に通知する通知手段を更に備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 2】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記各受信手段は、

前記移動体からの電波の受信に先立って、または検出の後に、所定周波数の基準信号を周辺の各受信手段に送信する基準信号送信手段と、

この基準信号送信手段から受信した基準信号の周波数を記憶する記憶手段と、

この記憶手段に記憶されている周波数値で前記周波数変化量検出手段の測定結果を修正する修正手段と、

を備えたことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 3】 請求項 4 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記各受信手段は、前記位置検出手段に有線伝送路を介して接続され、この有線伝送路を通して前記位置検出手段から受信した信号を用いて前記移動体の送信電波の周波数を検出することを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 4】 請求項 5 3 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記有線伝送路は広帯域有線伝送路を含むことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 5】 請求項 5 4 に記載の移動体の位置決め装置において、

前記広帯域有線伝送路は光ファイバーケーブルを含むことを特徴とする移動体の位置決め装置。

【請求項 5 6】 前記受信手段は、前記移動体からの最短到来波を検出するための指向性アンテナを有することを特徴とする請求項 7、3 3 又は 4 3 の何れか 1 項に記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 5 7】 前記指向性アンテナは、受信感度方向を特定するために電解放射部を分割したセクタアンテナである請求項 5 6 記載の移動体の位置決め装置。

【請求項 5 8】 移動体の移動可能な領域内の、複数の離間した位置において、移動体から発信される所定周波数の電波を受信してその受信電波の周波数を検出し、その受信周波数と前記所定周波数からの変移を検出し記憶するとともに、前記複数の位置の各々について同様の処

理を所定回数繰り返す第 1 のステップと、

前記複数の位置の各々について、前記第 1 のステップの第 1 回の実行によって検出された前記受信周波数の変移と、引き続き第 2 回の実行によって検出された前記受信周波数の変移との差を示す差データを求める第 2 のステップと、

前記複数の位置の各々について、前記第 2 のステップで求められた前記差データの中で、所定の条件を満たす差データに対応する複数の位置を選択する第 3 のステップと、

前記選択された位置と、該選択された位置で求められた差データに基づき前記移動体の位置を決める第 4 のステップと、

を具備することを特徴とする移動体の位置を決める方法。

【請求項 5 9】 移動体から所定の周波数の電波を発信するステップと、

移動体の移動可能な領域内の、複数の離間した位置において、それぞれ前記移動体から発信された電波を受信して、その受信電波の周波数を検出するステップと、

前記複数の位置において検出される受信電波の周波数に基づいて、それぞれの位置において観察される前記移動体の移動に伴うドップラーシフト量を示す複数のドップラーシフト信号を求めるステップと、

前記複数のドップラーシフト信号の中から、予め定めた条件を満足する少なくとも 2 つのドップラーシフト信号を選択するステップと、

前記選択されたドップラーシフト信号に対応する前記位置から前記移動体の位置を求めるステップと、

を備えてなることを特徴とする測定前の位置が特定されている移動体の移動後の位置を検出するための方法。

【請求項 6 0】 請求項 5 9 の方法において、選択されるドップラーシフト信号は、前記複数のドップラーシフト信号で表されるアップワードまたはダウンワードドップラーシフト量の最大のものを与える最大ドップラーシフト信号と、ドップラーシフト量の最小のものを与える最小ドップラーシフト信号とを含むことを特徴とする測定前の位置が特定されている移動体の移動後の位置を検出するための方法。

【請求項 6 1】 請求項 6 0 の方法において、前記移動体の位置は、前記最大ドップラーシフト信号に対応する位置と、前記最小ドップラーシフト信号に対応する位置とを個々に通って測定前の移動体の位置の方向に向けて引き出された各直線が直交する点により決められることを特徴とする測定前の位置が特定されている移動体の移動後の位置を検出するための方法。

【請求項 6 2】 移動体から所定の周波数の電波を発信するステップと、

移動体の移動可能な領域内の、複数の離間した位置において、それぞれ前記移動体から発信された電波の前記最

短到来波を検出するステップと、
前記複数の位置のそれぞれにおいて検出される受信電波の周波数の前記一定の周波数からの変化量と、前記複数の位置とに基づいて、前記移動体の位置を求めるステップと、
を具備することを特徴とする移動体の位置を決める方法。

【請求項 6 3】 前記最短到来波の検出は遅延プロファイル又は遅延スプレッドを用いて行うものである請求項 6 2 記載の移動体の位置を決める方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】本発明は、移動体の位置決め方法及びその装置、並びにそれを用いた移動体通信システムに関する。特に、移動体の位置、速度、及び移動方向を高精度で検出する方法及びその装置と、それを用いた移動体通信システムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 TDMA (Time Division Multiple Access) セルラー方式による移動通信システムにおいては、周波数の有効利用を図ったマイクロセル移動通信システムが検討されており、その基本的なゾーン構成方法として、半径約 5 0 m ～数百 m 程度の極小セルを連続的に配置してサービスゾーンを構成するものがある。また、このマイクロセルよりさらに小さなピコセルとも称される極小セルによってサービスゾーンを構成する構想も提案されている。これは、地下街やビル内のオフィス等に於いて、半径 1 0 m ～ 5 0 m 程度の極小セルを連続的に配置したもので、電波伝搬の比較的困難な場所への導入を図ったシステムである。そしてこれらの極小セルと、従来の自動車電話等で実現しているマクロセルの両技術を統合したいわゆる第 3 世代の移動通信システムの概念が提案されている。

【 0 0 0 3 】 この第 3 世代システムの一つに国際的に検討が開始されている F P L M T S (Future Public Land Mobile Telecommunication Systems) がある。 F P L M T S は、サービスゾーンでのセル構成がマクロセル (macrocell) 、マイクロセル (microcell) 、ピコセル (picocell) のように多種に及び、かつこれらが多層構造 (複合セル化) をなしているため、各セル間のゾーン切替え制御や各セル間の利用周波数帯の割当とその切替え制御等の高度な無線回線制御が不可欠となる。また、セルが極小化するにつれて受信レベルの場地的変動の増大や、通信中チャンネル (周波数又はタイムスロット) の切替え頻度の増大や、基地局設備コストの増大などの問題が顕在化する。さらに、トラヒック集中の輻輳対策と同時に低速移動体から高速移動体まで柔軟なサービスを提供できることが課題となる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 従来、これらの問題を

解決するために、例えば "Self-Organized Reuse Partitioning (SORP), A Distributed Dynamic Channel Assignment Method" by H. Furukawa and Y. Akaiwa (Technical Report of IEICE, A-P92-116, RCS92-126 1993-01, PP 61～66) において示されているように、基地局が自律的に使用可能なチャンネルを決定して使用する自律分散 (decentralized autonomous) 制御技術や、トラヒックの時間的、地域的変動に応じてダイナミックに周波数を利用するダイナミック・チャンネル割当などが検討されてきた。とくに、通信中の無線チャンネル切替え (ハンドオーバー) 制御等においては、切替え頻度の増大対策として、基地局間の各種タイミング同期方式や高速切換周波数シンセサイザ等の検討が行われてきた。これらの提案されている問題解決手段においては移動体の移動速度・移動方向等の検出が特に重要技術となる。しかしながら、これまで実用化に耐えるだけの検出手段の提案はなかった。

【 0 0 0 5 】 移動通信システムにおける移動体の速度の検出方法としては、従来から間接的な測定によるドップラー周波数の推定が行われてきた。例えば、1993 年電子情報通信学会春季大会の発表論文 B-400 と B-401 とに記載されたように、レイリー・フェージング (Rayleigh fading) 下での包絡線の電力レベル交差回数や受信ダイバーシチでのブランチの切替え頻度の測定値から推定している。すなわち、レベル交差回数やブランチの切替え頻度が統計的にドップラー周波数に比例した値として求まるという原理に基づいている。しかしながら、これらの測定結果や推定結果は間接的であるため誤差が大きく、十分満足できるものではなかった。また、これらは単に移動体の移動速度の検出についてのみの応用例であった。

【 0 0 0 6 】 また、移動通信におけるドップラー効果の他の応用例としては、特開昭 58-225741 号公報、特開昭 63-199527 号公報、特開平 5-22183 号公報、特開平 5-37438 号公報などにも記載されているように、移動体の移動に伴う好ましくない通信波の周波数シフト量を補償して安定な通信を確保することを目的としている。その他、自動車の位置や速度等の情報を通信系に取り込んだ VICS (Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報通信システム) や、全世界測位システムとして衛星を使った GPS (Global Positioning System) 等があるが、いずれも大規模で、かつ複雑なシステムであった。

【 0 0 0 7 】 また、いわゆる事業所用コードレス電話の応用として考えられている移動端末の位置検出システム (Location Detection System) 等では、ビルの同一階だけではなく床や天井を透過した電波の強度に着目して位置検出するため、電子情報通信学会 RCS 研究会「位置検出 (マンロケーション) システムの一検討」(RCS 90-48) と題する伊藤氏の論文などにも記載されているよう

に、検索中の移動端末がどの固定無線基地局の近くに存在するかを推定するためには、通路や階段に付加装置を設置する等、サービスゾーンごとにさまざまな工夫を必要としていた。

【0008】上記従来の解決方法では、移動体の動きや新しい呼の発生に対応してネットワーク側又はユーザー側で柔軟に対応すると言う考え方が基本となっている。しかしながら、この対応方法には本質的な弱点があった。すなわち、移動体の動きに対して適切な対応を実行するためには、ロボットの自動制御の場合と同様に、移動体の位置、速度及び移動方向をほぼ同時に検出することが不可欠である。それにもかかわらず、従来は、この検出方法については、移動体の周りの基地局が移動体と基地局間の相互通信に基づく電波の強度等を監視し、測定することによって移動体の位置の推定等が行われていたに過ぎなかった。

【0009】しかしながら、電波の強度等が場所的、時間的、空間的に変動しており、たとえ統計的手法によったとしても検出確度を高めることが困難であった。このことはこれまで適当な検出方法が提案されていなかったことを意味している。このため、この問題の解決方法として考えられてきた柔軟なネットワーク制御による対策では検出確度に自ら限界があった。また、前述したドップラー効果の応用では単に周波数シフト量の間接的な検出や移動体速度の検出のみに留まっており、位置、移動速度及び移動方向の同時検出とこれを用いた移動通信システムは提案されていない。

【0010】本発明の一つの目的は、移動通信システムに用いて好適であり、さらにカーナビゲーションシステムや、工場内のロボットの走行制御などに適用可能な、移動体の位置、移動速度及び移動方向を同時に高い精度で検出できる移動体の位置決め方法及びその装置を提供することである。

【0011】本発明の他の目的は、移動体の位置、移動速度及び移動方向を同時に高い精度で検出できる機能を備えた移動通信システムを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による移動体の位置を決める方法は、移動体から所定の周波数の電波を発信するステップと、前記移動体から発信される電波を受信可能な領域内の離間した複数の位置にあって、それぞれ前記移動体から発信された電波を受信して、その受信電波の周波数を検出するステップと、前記複数の位置のそれぞれにおいて検出される受信電波の周波数の前記所定の周波数からの変化量と、前記複数の検出位置の情報とに基づいて、前記移動体の位置を求めるステップと、を具備する。

【0013】本発明による移動体の位置決め装置は、移動体の移動可能な領域内の複数の離間した位置の各々において前記移動体から発信される所定周波数の電波を受

信し、受信電波の周波数の前記所定周波数からの変化量を求める手段と、前記複数の位置においてそれぞれ受信される前記移動体から発信される電波の周波数の変化量と、前記複数の位置とに基づいて前記移動体の位置を決める手段と、を具備する。

【0014】また、本発明による移動体通信システムは、電波を送信する移動体と無線通信を行うために移動体の移動可能な領域内に配置されている複数の基地局と、これら各基地局にて受信した前記移動体から送信される所定の電波の受信周波数を検出するための周波数検出手段と、この周波数検出手段の検出結果と前記移動体から送信される前記所定の電波の送信周波数との差異、および前記各基地局の位置とから前記移動体の位置を検出するための移動体検出手段と、を備える。

【0015】

【作用】移動体から送出される電波は散在して配置された複数の基地局で受信される。この受信電波の周波数には、移動体の移動に伴うドップラーシフト量が含まれている。各基地局で検出される受信電波のドップラーシフト量は、移動体の速度だけでなく、移動体の移動方向と各基地の位置との関係に応じて種々変化する。移動体の移動経路に沿って位置する基地局などでは、移動体との相対速度が大きくなるため、大きなドップラーシフト量が検出される。これら大きなドップラーシフト量を検出する基地局のうち、移動体が接近しつつある基地局では周波数が上側にずれるアップシフト量が検出され、移動体が遠ざかりつつある基地局では周波数が下側にずれるダウンシフト量が検出される。

【0016】これとは対照的に、移動体の移動方向に直交する方向に位置する基地局などでは、移動体との相対速度が小さくなるため、小さなドップラーシフト量が検出される。各基地局で検出されたドップラーシフト量を含む検出結果が有線又は無線伝送路を介して、好適には移動加入者系交換局内などに設置されている移動体検出手段に通知される。この移動体検出手段は、各基地局から通知された検出結果にドップラーシフト量が含まれているという予測に基づき、各基地局の検出結果とその既知の位置とから、すなわち、各基地局で検出されたドップラーシフト量の空間的な分布状況から移動体の位置を検出し、必要に応じてその移動方向や、移動速度なども検出する。

【0017】例えば、上記移動体検出手段は、ほぼ最大のアップシフト量を含む検出結果を通知してきた少なくとも一つの基地局又はその近傍と、ほぼ最大のダウンシフト量を含む検出結果を通知してきた少なくとも一つの基地局又はその近傍とを通る第1の線分を設定することにより、その移動体の移動方向を検出する。更に、移動体検出手段は、ほぼゼロ又はほぼ最小のシフト量を含む検出結果を通知してきた少なくとも一つの基地局又はその近傍を通りかつ上記第1の線分にほぼ直交する第2の

線分との交点をその移動体の位置として検出する。

【0018】上記ドップラーシフト量を含む受信電波の周波数の検出に際しては、各基地局内で発生される信号の周波数安定度が問題になる。一般に、移動通信システムでは、周波数の安定度が技術標準規格として制定されており、その値は、実用化が期待されている P H P (Personal Handy Phone) において「絶対精度： 3×10^{-6} 以下であること」となっている。この値は絶対安定度であって、何時、いかなるときでもこの値を越えてはならない値である。P H P においては、使用する周波数帯は 1.9 GHz 帯であり、 $1.9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}$ の計算から $\pm 5.7 \text{ KHz}$ となる。この値は、送受信機のいわゆるアップコンバージョン又はダウンコンバージョンにおける周波数変換装置に用いる全ての局部発振器（ローカルオシレータ）の周波数安定度の和が $\pm 5.7 \text{ KHz}$ 以下であることを要求している。

【0019】局部発振器としては、通常、水晶発振器を使用している。従って、実際に使用する局部発振器の周波数安定度はこの値よりも数倍以上安定度が高い。とくに電源投入直後を除いた短期（数秒～数十秒程度）の周波数安定度は近年の技術進歩により非常に高く、 $10^{-8} \sim 10^{-10}$ 程度とすることが出来る。そこで、この高周波数安定度の局部発振器が使用されていることを利用して、いわゆる I F 周波数にて高精度に周波数変動等を直接測定することができる。

【0020】上述のように、短期の周波数安定度に着目すれば、相当な確度で移動体の位置検出が可能になる。しかしながら、この検出確度を更に高めるために、本発明の一実施例の移動通信システムにおけるように、各基地局間で周波数の較正が行われる。すなわち、この実施例のシステムによれば、ドップラーシフト量を含む受信電波の周波数の検出に先立って、ある基地局が所定周波数の基準信号を周辺の各基地局に送出し、自局又は他の基地局は受信した基準信号の周波数を検出・保存し、この保存中の周波数でドップラーシフト量に関する検出結果の修正ないしは較正を行う。

【0021】

【実施例】本発明による移動体の位置決め方法の一実施例を、移動通信システムに用いた場合について説明する。

【0022】図 6 は、本発明の一実施例に係わる、移動体に位置、移動速度及び移動方向の検出機能を備えたマイクロセル移動通信システムの構成の一例を示す図である。この移動通信システムは、概略的には、移動加入者系交換局 (M L S : Mobile Local Switch) 5 0、固定電話網への接続回線 5 1、マイクロセルのサービスゾーン A、B、C、D、E、F、G、各マイクロセルを構成する基地局 (B S : Base Station) 5 3、5 4・・・5 9、移動体 (M S : Mobile Station) 6 0、6 1・・・6 9 を備えている。基地局 5 3、5 4・・・5 9 は、そ

れぞれの有線回線 5 2 で移動加入者系交換局 5 0 と接続しており、この移動加入者系交換局 5 0 は無線アクセスノードとして無線回線の設定／解除や、ハンドオーバー等の各種加入者系機能の制御を行う。

【0023】図 5 は、図 6 の基地局 5 3、5 4・・・5 9 の構成の一例を示すブロック図である。送信系では、時分割多重化回路 4 0 により複数の有線チャネルから入力される信号入力 1 0 0 が一定の時間ごとに区切られ、各フレームに制御データが付加され、さらに、各チャネルごとに割り当てられた短い時間内に送信処理をすませるために時間的に圧縮され、時間的に多重化される。この多重化信号は、変調器 4 1 で変調されたのち、送信回路 4 2、アンテナ共用器 4 3 及びアンテナ 4 4 を通して送信される。

【0024】一方、受信系では、アンテナ 3 9 に受信された制御用受信信号と、アンテナ 4 4 で受信されアンテナ共用器 4 3 を経た通話用受信信号が、受信回路 4 7 を通して復調器 4 8 に供給される。この復調器 4 8 は、受信信号が伝搬路で受けた歪みを除去する機能の等化器を含んでいる。復調された信号は、信号分離回路 4 9 に送られ、ここで多重化回路 4 0 の逆動作によって多重分離される。また、基地局制御装置 (B C E) 4 6 は、フレームタイミングを制御すると共に、発着信の制御や、安定な周波数発信器を含む周波数シンセサイザ 4 5 の設定／切替え制御を行う。ただし、信号入力 1 0 0、信号分離回路 4 9 の信号出力 2 0 0 や、各入出力制御データ 1 1 1、1 1 2 に接続する A / D 変換器や D / A 変換器などの、いわゆるコーデック (C O D E C) 回路の一部などについては図示が省略されている。

【0025】図 3 は、本発明の移動体の位置、移動速度及び移動方向の検出に利用するドップラーシフト周波数の検出の原理を説明する図である。自動車などの移動体 1 0 が、速度 v で矢印で示す方向に移動しながら周波数 f 、(波長 λ) の電波を放射するものとする。基地局 1 3、1 4 で検出する受信電波の周波数 f は、ドップラー効果の原理から周波数シフトを含んだものとなる。このドップラー効果に基づく周波数シフト量は、移動体と基地局との相対速度に比例して増減する。また、移動体が接近しつつある基地局では周波数が上側にずれるアップシフトが生じ、移動体が遠ざかりつつある基地局では周波数が下側にずれるダウンシフトが生ずる。ここで、電波の伝播速度を $C (= f \cdot \lambda)$ とおき、移動体の移動方向 (真っ直ぐ前方) に位置する基地局で生ずる周波数の最大アップシフト量 Δf を $(v / C) f$ 、 $= v / \lambda$ 、(> 0) とする。移動体 1 0 の移動方向と各基地局 1 3 と移動体を結ぶ線とのなす角を θ とすれば、この基地局への移動体の相対的接近速度は $v \cos \theta$ となる。

【0026】従って、基地局 1 3 の受信電波に生じるドップラーシフト量 Δf は、

$$\Delta f = (v / \lambda) \cos \theta$$

$$= \Delta F \cos \theta$$

となる。同様にして、基地局 14 の受信電波に生ずるドップラーシフト量 $\Delta f'$ は、

$$\Delta f' = (v/\lambda_0) \cos \theta'$$

$$= - (v/\lambda_0) \cos \alpha$$

$$v = \Delta F \lambda_0 \cos \theta$$

【0027】図4は、PHPで使用する1.9GHz ($\lambda_0 \approx 15.79\text{cm}$) とその前後のいくつかの周波数 f 。について、最大周波数シフト量 (ΔF) と、移動体の移動速度 (v) との関係を表す式(1)から $\theta = 0$ として求めたものである。この結果から、人が歩く速度 $\approx 4\text{Km/h}$ 、自転車の速度 $\approx 10 \sim 30\text{Km/h}$ 、及び自動車の速度 $\approx 30 \sim 100\text{Km/h}$ 、さらにそれ以上の速度まで測定可能であることがわかる。ここで重要なことは、周波数シフト量を正確に検出するには検出方法と共に、その検出に用いる各基地局内で発生する信号の周波数の安定度が保証されることである。そこで、まず、本実施例の移動通信システムで使用する各基地局内の局部発振器の安定度について以下説明する。

【0028】一般に、局部発振器は、受信周波数を中間周波数に変換するために使用する発振器であって、受信電波と局部発振器の発信出力とを混合することで、二つの周波数の差の中間周波数を出力する。従って、各基地局内の局部発振器の周波数安定度がそのままドップラーシフト量の検出精度に影響を及ぼす。現在の移動通信システムの無線回線制御においては、いわゆるマルチチャネルアクセスが一つの前提となっており、これを容易に実現する手段として周波数シンセサイザが開発され、実用に供されている。しかも、この周波数シンセサイザは前述したようにハンドオーバー等の要請から、ますます高速切替化の方向に技術開発が進行中である。

【0029】しかしながら、この高速切替周波数シンセサイザを周波数安定度の観点からみると、チャネル切替えのために切替命令を設定してから周波数シンセサイザの出力周波数が $\pm 300\text{Hz} \sim \pm 1\text{KHz}$ の周波数誤差範囲内におさまるまで、0.5ms \sim 2.0ms かかるというように、切替時間の短縮に技術開発の目的があり、最終的にどの程度の時間内にどの程度の周波数安定度が達成できるかについては流動的である。特に、周波数シンセサイザの構成ブロックである位相比較器の安定度や位相分解能、さらには、電圧制御発振器 (VCO) の制御電圧の変化などに変動要因が考えられるため、総合の周波数安定度は単なる水晶発振器の方が優れているとも考えられる。このような状況にあって最近の技術進歩により、前述したように、短期 (数秒 \sim 数十秒程度) の周波数安定度に限って言えば $10^{-4} \sim 10^{-10}$ 程度が実現されている。そこで、マイクロセル移動通信システム等における極小セルの特徴と短期の周波数安定度の実現とに着目した本実施例の検出方法を以下説明する。

【0030】図2は、本発明の移動体の位置、移動速度

$$= - \Delta F \cos \alpha$$

となる。また、ドップラーシフト量 Δf と θ 、あるいはドップラーシフト量 $\Delta f'$ と θ' とから基地局で検出される移動体の移動速度 v が算定できる。すなわち、

$$\dots\dots (1)$$

及び移動方向を検出する機能を説明するための概念図である。図2において、六角形の各セルのほぼ中心に位置する基地局 20、21 \dots 35 は、移動体 10 の移動に伴って発生するドップラーシフト周波数を検出するための検出点を兼ねている。また、図2中の直線群は移動体 10 の移動方向を矢印で示した第1の直線 11 と、この第1の直線にほぼ直角に交わる第2の直線 12 などを表示している。

【0031】図5の基地局制御装置 (BCE) 46 と、図6の移動加入者系交換局 (MLS) 50 とが実行する移動体の位置、移動速度及び移動方向を検出する方法の第1の実施例を図1のフローチャートを参照しながら説明する。移動体 (MS) が通信中に、在圏無線ゾーンの基地局 (BS) の基地局制御装置 (BCE) 46 を介して移動加入者系交換局 (MLS) 50 に、ハンドオーバーの実行要求があった場合などに、移動体 (MS) の位置、移動速度及び移動方向を検出する必要が生じたと移動加入者系交換局 (MLS) 50 が判断したものとする。この場合、移動加入者系交換局 (MLS) 50 は、図1のフローチャートに従って移動体検出処理を開始する。

【0032】図1中の移動体 MS、この移動体の現在位置しているサービスゾーンの基地局 BS₀。及びこの基地局 BS₀ の周辺の基地局 BS₁ \sim BS_n のそれぞれは、図2中の移動体 10、基地局 20、周辺の基地局 21 \sim 26 に対応している。まず、移動体検出処理が開始されると、移動加入者系交換局 (MLS) 50 は、全ての空きチャネル又はタイムスロット (以下「チャネル/スロット」と表示する) の探索と探索結果の通知を基地局 BS₀ \sim BS_n (ここでは基地局数 $n=6$ の例) に要求する (ステップ S1)。

【0033】基地局 BS₀ と周辺の基地局 BS₁ \sim BS_n は、移動体 (MS) から各基地局 BS₀ \sim BS_n の上り方向 (MS 送信・基地局 BS₀ \sim BS_n 受信) チャネル/スロットの全ての空き状態を探索し、この探索結果を移動加入者系交換局 (MLS) 50 に直ちに通知する (ステップ S2)。この通知を受けた移動加入者系交換局 (MLS) 50 は、各基地局 BS₀ \sim BS_n に共通の空きチャネル/スロットを探索し、そのうちの一つを選択して各基地局 BS₀ \sim BS_n に通知する (ステップ S3)。この通知を受けた各基地局 BS₀ \sim BS_n は、指定された共通の空きチャネル/スロットで直ちに受信待ち受け状態となる。

【0034】基地局 BS₀ は、指定された空きチャネル

／スロットを用いて、安定な周波数 f_c の無変調波、すなわち実質的に周波数や位相の意図的な変化を伴う変調を行わない電波を周辺の各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ に向けて同時に送信する（ステップ S 4）。この場合、TDM A 方式では他のタイムスロットを用いて通話断を生じることなく他の移動体との送受信が継続可能である。また、基地局 $B S_n$ は、複数の受信が可能ないように構成されており、自局が送信した周波数 f_c の無変調波を自局で受信できるように、基地局制御装置（BCE）46 による制御が行われる。さらに、この無変調電波の周波数 f_c は、一般的には、移動体（MS）が通信のために現に使用している無線周波数（これを f_0 とする。）と同一の周波数でもよいし、他の無線周波数でもよい。ただし、この無変調電波は、移動していない静止した装置から送信した無線周波数であることが必要である。

【0035】各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ は、基地局 $B S_n$ から送信された周波数 f_c の無変調電波を受信し、検出した周波数値 $f_{c0} \sim f_{cn}$ を自局のメモリに記憶する（ステップ S 5）。図 5 を参照すれば、シンセサイザ方式や、単なる水晶発振器で構成される安定な発振器を含む周波数シンセサイザ 45 の出力は、局部発信信号として受信回路 47 に供給される。受信された無変調電波（ f_c ）と局部発振信号とは受信回路 47 内の混合器で混合され、差周波の中間周波信号に変換され、基地局制御装置 46 に供給される。この中間周波信号の周波数が、基地局制御装置（BCE）46 内の周波数カウンタで検出される。この場合において、安定な水晶発振器を用いて、いわゆるダイレクトコンバージョン方式により直接周波数変換する方式や、何段階かにわたる中間周波信号の変換過程を経たものを検出してもよいことは明らかである。

【0036】各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ は、検出した周波数値 $f_{c0} \sim f_{cn}$ を自局のメモリに記憶する。なお、検出結果の確度を高めるための一般的手法、例えば繰り返し検出して平均化するなどの統計的な処理方法や、いくつかのタイムスロットを連続してバースト状に送信することにより検出を容易にする方法などが適用できる。また、この無変調電波の周波数の検出は、干渉の問題が生じない限り、必ずしも共通の空きチャネル／スロットを使用する必要がないことも明らかである。

【0037】各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ 内の基地局制御装置（BCE）46 は、前記空きチャネル／スロットの通知を受けてから予め設定されている一定期間内に、受信電波の周波数 f_c の検出と検出結果の記憶とを完了する（ステップ S 6）。通常、この時間は数百 ms 以内である。上記一定期間の経過後、測定対象である通話中の移動体（MS）から、ステップ S 3 で選択され指定された共通の空きチャネル／スロットを用いて周波数 f_0 の一つの無変調電波が各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ に向かって送信される（ステップ S 7）。各基地局 $B S_1 \sim B S_n$

は、ステップ S 5 の場合と同様にして、受信した無変調電波の周波数を検出し、それぞれの検出結果 $f_{c0} \sim f_{cn}$ をメモリに記憶する（ステップ S 8）。

【0038】各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ 内の基地局制御装置（BCE）46 は、内蔵の演算装置において、記憶済みの二つの測定データ $f_{c0} \sim f_{cn}$ と、 $f_{00} \sim f_{0n}$ とを用いて以下の減算を実行する。

$$(f_{00} - f_{c0}), (f_{01} - f_{c1}) \cdots (f_{0n} - f_{cn})$$

この減算によって各基地局内の局部発振器の周波数変動が除去され、ドップラーシフト量を含む周波数の検出精度が向上する。以下、その理由を説明する。

【0039】一般に、各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ 内の局部発振器の発信周波数は時間の経過と共に変動するため、それぞれの発振周波数は同一ではない。理想的には、各基地局 $B S_1 \sim B S_n$ の局部発振器の発振周波数が同一であることが望ましい。そこで、この理想的な同一周波数を f_1 として、各基地局の同一周波数 f_1 からのズレ量を $\Delta f_{10}, \Delta f_{11} \cdots \Delta f_{1n}$ とすれば、各基地局の局部発振器の発振周波数は以下のように表される。

$$(f_1 + \Delta f_{10}), (f_1 + \Delta f_{11}) \cdots (f_1 + \Delta f_{1n})$$

この場合、ステップ S 5 で検出された無変調受信電波の周波数 $f_{c0}, f_{c1} \cdots f_{cn}$ は、以下のように表される。

$$f_{c0} = f_c - (f_1 + \Delta f_{10})$$

$$f_{c1} = f_c - (f_1 + \Delta f_{11})$$

・

・

・

$$f_{cn} = f_c - (f_1 + \Delta f_{1n})$$

【0040】また、ステップ S 8 で検出された無変調受信電波の周波数 $f_{00}, f_{01} \cdots f_{0n}$ は、以下のように表される。

$$f_{00} = f_0 - (f_1 + \Delta f_{10}) + \Delta F \cos \theta_0$$

$$f_{01} = f_0 - (f_1 + \Delta f_{11}) + \Delta F \cos \theta_1$$

・

・

・

$$f_{0n} = f_0 - (f_1 + \Delta f_{1n}) + \Delta F \cos \theta_n$$

ただし、 $f_{c0} \sim f_{cn}$ の検出時点と $f_{00} \sim f_{0n}$ の検出時点とでは、 $\Delta f_{10} \sim \Delta f_{1n}$ が同一と見做せる程度に、各基地局の局部発振器の発振周波数の短期安定度が高いものとしている。

【0041】そこで、前述の演算を実行すると、

$$(f_{00} - f_{c0}) = f_0 - f_c + \Delta F \cos \theta_0$$

$$(f_{01} - f_{c1}) = f_0 - f_c + \Delta F \cos \theta_1$$

・

・

・

$$(f_{0n} - f_{cn}) = f_0 - f_c + \Delta F \cos \theta_n$$

となる。すなわち、各基地局の理想的な同一周波数 f_i からのズレ量 $\Delta f_{i0}, \Delta f_{i1}, \dots, \Delta f_{in}$ が減算によって相殺され、完全に消去されてしまうという顕著な効果が奏される。この結果、各基地局 $B S_0 \sim B S_n$ 内の局部発振器の発振周波数は実質的に同一と見做せることになる。

【0042】上述のように、各 $B S_0 \sim B S_n$ の基地局制御装置 (BCE) 46は、メモリに記憶済みの検出結果を用いて $(f_{00} - f_{c0}), (f_{01} - f_{c1}), \dots$

$(f_{0n} - f_{cn})$ を演算し、この演算結果を移動加入者系交換局 (MLS) 50に通知する (ステップS9)。

【0043】移動加入者系交換局 (MLS) 50は、各基地局が通知してきた演算結果 $(f_{00} - f_{c0}), (f_{01}$

$$F_{\max} = f_0 - f_c + \Delta F$$

$$F_{\min} = f_0 - f_c - \Delta F$$

と近似できる。移動加入者系交換局 (MLS) 50は、

(2) 式と (3) 式の各辺どうしを減算することによ

$$\Delta F = (F_{\max} - F_{\min}) / 2$$

と算定する (ステップS10)。

【0045】移動加入者系交換局 (MLS) 50は、自局に保存中の地図データを参照して、 F_{\max} の検出結果を通知してきた基地局 ($B S_{\max}$ 局という) と、 F_{\min} の検出結果を通信してきた基地局 ($B S_{\min}$ 局という) の位置を識別し、これらを結ぶ第1の直線を設定する (ステップS11)。

【0046】ただし、ほぼ等しい値の F_{\max} を通知してきた $B S_{\max}$ 局が二つ有る場合は、二つの $B S_{\max}$ の中間点と F_{\min} を通知してきた $B S_{\min}$ 局を結ぶ線、または二つの $B S_{\max}$ 局と $B S_{\min}$ 局が一直線上にあるときはその直線を第1の直線とする。同様に、二つの $B S_{\min}$ 局があるときは、二つの $B S_{\min}$ 局の中間点と $B S_{\max}$ 局を結ぶ線、または二つの $B S_{\min}$ 局と $B S_{\max}$ 局が一直線上にあるときはその直線を第1の直線とする。

【0047】更に、ほぼ等しい値の F_{\max} を通知してきた基地局が三つ存在する場合において、各基地局の位置が三角形の3頂点上に配列されているときは、3頂点の

$$F_{\max} + F_{\min} = 2 (f_0 - f_c)$$

$$(f_0 - f_c) = (F_{\max} + F_{\min}) / 2 \quad \dots (5)$$

が得られる。この (5) 式の値 (一定値) を、 $(f_{00} - f_{c0}), (f_{01} - f_{c1}), \dots, (f_{0n} - f_{cn})$ のそれぞれから減算することにより、各基地局の $\Delta F \cos \theta_0, \Delta F \cos \theta_1, \dots, \Delta F \cos \theta_n$ が演算できる。また、 $\theta_i = \pm \pi / 2$ のときは (5) 式の一定値は $(f_{00} - f_{c0}) = f_0 - f_c$ から求めることができる。

【0049】上記演算結果に含まれるほぼゼロの値又はほぼ最小値、すなわち $\theta_i = \pi / 2$ 又は $3\pi / 2$ の値を通知してきた基地局を探索し、この基地局を通り第1の直線にほぼ直交するように第2の直線を設定する。このようにほぼゼロのドップラーシフト量を検出した基地局 (図2の例では、基地局20, 21, 24, 27等) の

$-f_{c1}), \dots, (f_{0n} - f_{cn})$ のうち、最大値 F_{\max} 及び最小値 F_{\min} を通知してきた基地局 (これらをそれぞれ基地局 $B S_{\max}$ と基地局 $B S_{\min}$ とする) を探索する。図2の例では、基地局 $B S_{\max}$ と基地局 $B S_{\min}$ はそれぞれ、基地局30と基地局26に該当する。ここで、マイクロセル移動通信のサービスゾーンは、周波数の有効利用のためにマイクロセルからピコセルへと一層極小化しつつあるので、検出点としての基地局はその設置間隔がかなり密になっている。このため、最大値 F_{\max} 及び最小値 F_{\min} の $\Delta F \cos \theta_i$ 成分は、 $\theta_i \approx 0$ 又は π と近似できる。

【0044】すなわち、この場合、 $\cos \theta_i \approx \pm 1$ と近似でき、

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

り、最大ドップラーシフト周波数 ΔF を

$$\dots (4)$$

うち、基地局 $B S_{\min}$ と一直線上に存在する2点を結んだ直線と、 $B S_{\min}$ と残る一つの頂点とを結ぶ直線とのなす角の二等分線と一致するように第1の直線を設定する。三つの基地局 $B S_{\max}$ が $B S_{\min}$ を通る一直線上に存在する場合には、それぞれを $B S_{\min}$ と結んだ直線が求める第1の直線となる。以下同様にして、公知の種々の手法が適用可能である。例えば、周波数のドップラーシフト量で重み付けして基地局間の中間の位置を算定し、この点を通るように第1の直線を設定することもできる。このような手法の一つとして最尤法 (Maximum Likelihood Sequence Estimation Method) を適用することもできる。

【0048】移動加入者系交換局 (MLS) 50は、局内の演算装置を用いて、各基地局から通知された検出結果 $(f_{00} - f_{c0}), (f_{01} - f_{c1}), \dots, (f_{0n} - f_{cn})$ から $\Delta F \cos \theta_0, \Delta F \cos \theta_1, \dots, \Delta F \cos \theta_n$ を演算する。すなわち、(2) 式と (3) 式から、

探索には、ドップラーシフト量 $\Delta F \cos \theta_i$ の符号が、変化する基地局に着目してもよい (ステップS12)。この場合にも上記した最尤法が有効である。

【0050】上述の処理によって求めた各種の値から、以下のように目的とする移動体の位置、移動速度及び移動方向が求まる。すなわち、移動体の位置は第1の直線と第2の直線との交点として求められる。また、移動速度は (4) 式で求めた ΔF の値と、 $\cos \theta = 1$ とを

(1) 式に代入することにより求められる。さらに、移動方向は、基地局 $B S_{\min}$ から $B S_{\max}$ に向かう方向として求められる (ステップS13)。

【0051】以上、ほぼゼロのドップラーシフト量を検

出した二つの基地局を通りかつ第 1 の直線にほぼ直行するように第 2 の直線を設定する場合を例示した。しかしながら、ドップラースhift周波数量のshift方向が逆でshift量がほぼ等しい基地局の対を探索し、これらの基地局又はそれぞれの近傍を通る直線を第 2 の直線として設定することもできる。例えば、図 2 の場合、基地局 22 では 37 Hz のアップshift量が検出され、基地局 33 では 37 Hz のダウンshift量が検出されたものとすれば、これらの基地局を通る直線 9 を第 2 の直線として設定し、第 1 の直線 11 と第 2 の直線 9 との交点を移動体の位置として検出することができる。

【0052】また、最大のアップ周波数量を検出した基地局と最大のダウンshift量を検出した基地局を通るように第 1 の直線を設定する例を説明した。しかしながら、移動体の位置のみを検出する場合には、上述した条件を満たす直線 9 を 2 本以上設定しそれぞれの交点を移動体の位置として検出する構成とすることもできる。例えば、図 2 の場合、基地局 28 では 7 Hz のアップshift量が検出され、基地局 25 では 7 Hz のダウンshift量が検出されたものとすれば、これらの基地局を通る直線 8 を設定し、直線 8 と上述した条件を満たす他の直線 9 との交点を移動体の位置とし検出することができる。つまり、移動体の位置は、移動体の移動方向を示す第 1 の直線と、その第 1 の直線で分けられた二つの領域の異なる領域に存在する絶対値が略同じで符号が反対の二つの基地局を結んで引かれる第 2 の直線と、の交点を求めることにより検出できる。

【0053】図 1 のフローチャートに示した移動体検出処理では、ステップ S 4、S 5、S 6 及び S 9 によって、いわゆる較正（キャリブレーション）を行う場合を説明した。この較正時期は、ステップ S 8 の後、ステップ S 4、S 5、S 6、S 9 の順に行ってもよい。これは、各基地局内の局発振器の発振周波数の短期的な安

$$F_{\max} = f_0 - f_1 + \Delta F$$

$$F_{\min} = f_0 - f_1 - \Delta F$$

となる。また、(2)' - (3)' から、最大ドップラ

$$\Delta F = (F_{\max} - F_{\min}) / 2$$

と算定される（ステップ S 10）。また、ステップ S 11 は同様であり説明は省略する。

$$(f_0 - f_1) = (F_{\max} + F_{\min}) / 2$$

として f_{00} , f_{01} ... f_{0n} のそれぞれの値から (6) 式の値（一定値）を減算することにより、各基地局の $\Delta F \cos \theta_0$, $\Delta F \cos \theta_1$... $\Delta F \cos \theta_n$ が同様に求まる（ステップ S 12）。以下、ステップ S 13 も図 1 の場合と同様であるから、重複する説明は省略する。

【0058】図 1 のフローチャートのステップ S 1 - S 3、S 8 - S 9 は各基地局の制御装置（BCE）46 で実行される。ステップ S 1 - S 3 は基地局の制御装置（BCE）46 と移動加入者系交換局（MLS）50 間の交信によって実行される。このため、制御装置 46 に

定度合が十分であっても、一般に各発振周波数は技術標準規格を満足する範囲内でズレている場合などに対処するためである。しかしながら、移動加入者系交換局（MLS）50 から各基地局に基準クロック信号を供給し、各基地局内で発生する信号をこの基準クロック信号に同期させることにより、各基地局内の信号を全て一致させる構成とすることもできる。

【0054】例えば、移動加入者系交換局（MLS）50 から光ファイバー等の広帯域の伝送路（例えば図 6 の回線 52）を介して基準クロック信号で強度変調した光信号を供給する。例えば、1.9 GHz の光強度変調（IM）の波形でよい。これにより、全ての基地局の局発振周波数を f_1 に一致させることが可能となり、処理手順が一層簡略化される。この場合のドップラースhift量の検出原理を前述の式を参考に以下に説明する。

【0055】図 1 のフローチャートにおいて、ステップ S 4、S 5 及び S 6 を省いた場合には、ステップ S 8 の検出結果は、

$$f_{00} = f_0 - f_1 + \Delta F \cos \theta_0$$

$$f_{01} = f_0 - f_1 + \Delta F \cos \theta_1$$

・

・

・

$$f_{0n} = f_0 - f_1 + \Delta F \cos \theta_n$$

となる。

【0056】図 1 のフローチャートの場合と同様に、各基地局 BS₀ ~ BS_n は、この測定結果を移動加入者系交換局（MLS）50 に通知する（ステップ S 9）。次に、移動加入者系交換局（MLS）50 は、これらの測定結果のうち最大値 F_{\max} と最小値 F_{\min} を通知してきた基地局（BS_{max} と BS_{min}）を探索し、選択する。以下、ステップ S 10 以降は図 1 の場合と同様に、

$$\dots (2)'$$

$$\dots (3)'$$

ースhift周波数 ΔF は、

$$\dots (4)'$$

【0057】さらに、

$$\dots (6)$$

は、これらステップの実行のためのプログラムの格納された ROM（図示せず）、プログラム実行のためのマイクロコンピュータ（図示せず）が設けられている。一方、ステップ S 1 - S 3、S 6、S 10 - S 13 は移動加入者系交換局（MLS）50 で実行される。交換局 50 は、図 9 に示すように構成されている。即ち、回線 51 によって上位交換局に接続された交換装置 93、回線 52 によって各基地に接続された I/O インターフェース 91、前記各ステップの実行のためのプログラムの格納された ROM 95、各ステップにおいて、基地局より

送られてきて、制御装置 9 2 を介して与えられるデータに所定の演算を施す演算装置 9 4、演算装置の演算の実行を制御する制御装置 9 2 が設けられる。

【0059】次に、本発明の第 2 の実施例について図 10 を参照して説明する。第 1 の実施例では $\theta \equiv 0$ または π に対応する基地局を結ぶ第 1 の直線を求め、次に $\theta \equiv \pi/2$ に対応する基地局を通り第 1 の直線に直交する第 2 の直線を求めた。第 2 の実施例では、 $\theta \equiv \pi/2$ に対応する基地局を結ぶ第 1 の直線を先ず求め、次に $\theta \equiv 0$ または π に対応する基地局を通り第 1 の直線に直交する第 2 の直線を求めるようにしている。

【0060】図 10 に示すように、先ずドップラーシフト量 $\Delta f \equiv 0$ ($\theta \equiv \pi/2$) の複数の基地局を決める (ステップ S 101)。この場合の $\Delta f \equiv 0$ に対応する基地局の求め方として、以下の二つの方法がある。

① 前述した第一の実施例と同様に、まず (4) 式および (5) 式を求めて、次に各基地局の $\Delta F \cos \theta$ から求める方法である。この方法によっても、ドップラーシフト量 $\Delta f \equiv 0$ ($\theta \equiv \pi/2$) に対応する基地局を探索して選定することができることはこれまでの説明から明らかであろう。しかしながら、(2) 式と (3) 式の ΔF は実際には必ずしも等しいとは限らない場合があるため F_{\max} と F_{\min} は誤差を含むこととなる。この結果、(4) 式から求めた ΔF や (5) 式から求めた ($f - f_c$) が不正確な値となり、 $\Delta f \equiv 0$ ($\theta \equiv \pi/2$) に対応する基地局を探索する場合に、選定誤差を生じる場合がある。そこで、(2) 式と (3) 式の ΔF とは無関係に $\Delta f \equiv 0$ ($\theta \equiv \pi/2$) に対応する基地局を探索して選定するもう一つの方法を以下に説明する。

【0061】② 移動加入者系交換局 (MLS) 50 が、それぞれの周波数を送信時にあらかじめ正確な f_c と f_s の周波数の通知を受けるようにすれば、(5) 式を用いずとも直ちに (5) 式の演算結果に相当する ($f - f_c$) が求まる。したがって、この場合において各基地局から移動加入者系交換局 (MLS) 50 に通知された検出結果 ($f_{0,0} - f_{c,0}$), ($f_{0,1} - f_{c,1}$) ... ($f_{0,n} - f_{c,n}$) の中で最も ($f_s - f_c$) に近い値を示した基地局をドップラーシフト量 $\Delta f \equiv 0$ ($\theta \equiv \pi/2$) に対応する基地局として選定することができる。ここで、正確な f_c と f_s の周波数は、基地局や移動体の具備する周波数シンセサイザの設定値または、周辺の基地局の有する周波数カウンタの測定値により検出することができることは、これまでの説明から明らかであろう。

【0062】次にドップラーシフト量 Δf の値が正で、その絶対値が最小の基地局、及び Δf の値が負で、その絶対値が最小の基地局を選び (ステップ S 102)、その基地局を結ぶ第 1 の直線を求める (ステップ S 103)。ステップ S 102 で、ドップラーシフト量 Δf の値が正で、その絶対値が最小の基地局、及び/または Δ

f の値が負で、その絶対値が最小の基地局が 2 つ以上あるときは、基地局間の距離が最大となる 2 つの基地局を選ぶ (ステップ S 102)。

【0063】次に、ドップラーシフト量の最大値 (F_{\max}) と最小値 (F_{\min}) の中の絶対値が大きい方の値を選ぶ (ステップ S 104)。選択した値に対応する基地局を通り第 1 の直線に直交する第 2 の直線を引く (ステップ S 105)。第 1 の直線と第 2 の直線の交点を移動体の位置と決定する (ステップ S 106)。ステップ S 104 で選択した値、 F_{\max} or F_{\min} の値から ΔF を求め、 ΔF の値から移動体の移動速度を求め、第 2 の直線の方を移動体の移動方向とする (ステップ S 107)。

【0064】更に他の位置決定例を次に示す。ドップラーシフト量が実質的に零である基地局を通りかつ移動体の推定される前の位置の方向へ伸ばすように第 1 の仮直線を引く。そして S 104 で選択されたようなドップラーシフト量を有する基地局を通りかつ移動体の前の位置と推定される方向に伸ばすように第 2 の仮直線を引く。その後、前記第 1 及び第 2 の仮直線が、もし必要なら互いに直交するように少し調整される。このようにして第 1 と第 2 の直線が互いに直角に交わる地点として移動体の新しい位置が決定される。

【0065】上述の第 2 の実施例では、複数の基地局で測定されたドップラーシフト量の最大値 (F_{\max}) と最小値 (F_{\min}) のうち、絶対値の大きい方、例えば F_{\max} から移動体の移動速度を求めるようにしている。しかし、ドップラーシフト量を測定する基地局の数は限られているので、実際にドップラーシフト量の最大値または最小値が選ばれるとは限らない。それによる誤差を補正して移動体の移動速度の測定精度を向上する方法を図 11 を参照して説明する。

【0066】図 10 のフローチャートのステップ S 104 で求めたドップラーシフト量の最大値と最小値の絶対値の大きい方、例えば $|F_{\max}| = A$ とする。ドップラーシフト量の絶対値 B が A に近く、かつ B/A の値が所定の範囲内、例えば $0.60 \leq B/A \leq 0.85$ にある、ドップラーシフト量に対応する基地局 $BS(B)$ を選ぶ。

$$\cos \theta = B/A$$

を満足する角度 θ の値を求め、基地局 $BS(B)$ を通り、第 2 の直線と角度 θ で交わる第 3 の直線を引く。図 11 において、 $L1$ が第 1 の直線、 $L2$ が $|F_{\max}| = A$ の基地局 $BS(A)$ を通る第 2 の直線、 $L3$ が基地局 $BS(B)$ を通る第 3 の直線である。第 1 の直線 $L1$ と第 2 の直線 $L2$ が正しいとすると、第 3 の直線 $L3$ は $L1$ と $L2$ の交点 M またはその近傍を通る筈である。もし、第 3 の直線 $L3$ が前記交点 M から大きく外れていると、 $|F_{\max}| = A$ が実際の最大値から大きく外れていると考えられる。従って、逆に $\cos \theta = B/x$ を満足す

る x の値を求め、 $|F_{\max}| = A$ の代わりに $|F_{\max}| = x$ を用いて、移動体の移動速度を求める。これにより、移動体の移動速度の測定精度を向上することができる。尚、第 2 の実施例においても、第 1 の実施例の場合と同様に、移動体の位置は、最小ドップラーシフト量に基づいて引かれた第 1 の直線と、その第 1 の直線で分けられた二つの領域の異なる領域に存在する絶対値が略同じで符号が反対の二つの基地局を結んで引かれる第 2 の直線と、の交点を求めることにより検出できる。

【0067】次に本発明の第 3 の実施例を図 12、図 13 及び図 14 を参照して説明する。第 3 の実施例は、第 1 の実施例による測定を少なくとも 2 回繰り返して、その結果から移動体の位置、移動速度、移動方向、移動方向の変化量を求めるものである。

【0068】まず、各基地局は、その局部発振器の発振周波数の変動に対するキャリブレーションを実行したのち、第 1 回の受信周波数の測定を行い、交換局 50 はその測定値に基づき各基地局のドップラーシフト量 Δf_i ($n = 0, 1, 2, \dots, n$) を求め、記憶する (ス

ップ S 201)。この測定は後述の如くある条件の下においては繰り返され、ステップ S 201 では一般には第 m 回 ($m = 1, 2, 3, \dots$) の測定が実行され、 $\Delta f_{..}$ が求められ記憶される。各基地局における、測定の実行は交換局 50 からの指示にもとづき開始され、そのとき交換局の制御装置 92 のタイマ (図示せず) がセットされる。次に、各基地局のドップラーシフト量から最大ドップラーシフト量 ΔF を計算し、 ΔF から移動体の速度を求め、その移動体の速度に対応する測定時間間隔のランクを、予め作製した表から決定する (ステップ S 202)。表 1 は、移動体の速度に対する測定時間間隔のランクを示す表の一例である。移動通信システムのセルの半径が小さいときは測定間隔を小さくしている。しかし、この移動体の速度と測定の時間間隔との関係は、移動体位置の測定の目的と、移動体の移動する空間の環境によって任意に決められる。

【0069】

【表 1】

	時速 (Km/h)	秒速 (m/s)	時間間隔
ランク 1	10 未満	2.8 未満	5 秒
ランク 2	10 ~ 36 未満	2.8 ~ 10 未満	1 秒
ランク 3	36 ~ 72 未満	10 ~ 20 未満	0.5 秒
ランク 4	72 以上	20 以上	0.1 秒

【0070】次にステップ S 203 に進み、前回の測定結果が記憶されているか、否かをチェックし、前回の測定結果が記憶されていないときはステップ S 204 に進み、今回の測定から、ステップ S 202 で決められたランクに対応する時間間隔 (制御装置 92 内のタイマによる計測) が経過したとき、ステップ S 201 に戻り次の測定を実行する。ステップ S 203 で前回の測定結果が記憶されていると判定されたときはステップ S 205 に進む。

【0071】ステップ S 205 では、前回の測定で求められ記憶されている $\Delta f_{..}$ と今回の測定で求めた $\Delta f_{(n)}$ との差 (最大ドップラーシフト量 ΔF の差とは限らない。各 B S での前回データとの差)、 $\delta f_{..} = \Delta f_{..} - \Delta f_{(n)}$ を (各 B S、 \sim B S、につき) 求める。次に、各基地局の差 $\delta f_{..}$ のうち絶対値の小さいものを複数選択する (ステップ S 206)。この $\delta f_{..}$ が小さいことは、対応する基地局から見た移動体の方向と、移動体の移動方向とのなす角度 θ の変化が少ないことを意味し、 $\Delta F_{..}$ 及び $\Delta F_{(n)}$ の絶対値が共に小さいときは対応する基地局が移動体の移動方向の直線から大きく

離れていることを、これに反して $\Delta F_{..}$ 及び $\Delta F_{(n)}$ の絶対値が共に大きいときは対応する基地局がその移動方向の直線上、またはその近傍にあることを示す。

【0072】次に、前記選択された $\delta f_{..}$ に対応する $\Delta f_{..}$ または $\Delta f_{(n)}$ の中で、絶対値の最小、かつ符号が反対の 2 つの基地局を選択し、これを結ぶ第 1 の直線を引く (ステップ S 207)。また、選択された $\delta f_{..}$ に対応する $\Delta f_{..}$ または $\Delta f_{(n)}$ の中で、絶対値が最大、かつ符号が反対の 2 つの基地局を選択し、これを結ぶ第 2 の直線を引く (ステップ S 208)。第 1 の直線と第 2 の直線の交点を移動体の位置とする (ステップ S 209)。

【0073】次に、 $\Delta f_{..}$ または $\Delta f_{(n)}$ の中で、絶対値が最大のものから、移動体の移動速度を (1) 式より $\theta = 0$ として求め、また第 2 の直線から移動体の移動方向を決定する (ステップ S 210)。

【0074】次に、各基地局の $\delta f_{..}$ のうち絶対値の大きいものを複数選択する (ステップ S 211)。この $\delta f_{..}$ が大きいことは、対応する基地局から見た移動体の方向と移動体の移動方向のなす角度 θ が $\pi/2$ に等しい

か近い場合、または、移動体の移動方向が前回の測定と今回の測定で大きく変化したことを示す。

【0075】次に、前記選択された $\delta f_{\text{。}}$ に対応する同一符号の $\Delta f_{\text{。}}$ と $\Delta f_{(\text{。}, \text{。})}$ の値を比較し、 $\Delta f_{\text{。}}$ の絶対値より $\Delta f_{(\text{。}, \text{。})}$ の絶対値が大きい基地局を結ぶ直線の方に移動体の移動方向（言い換えると第2の直線の方）が変化すると判定する（ステップS212）。この様子を図14に示す。図14において、中→max、小→maxは、 $\Delta f_{\text{。}}$ の絶対値より $\Delta f_{(\text{。}, \text{。})}$ の絶対値が大きいことを示し、max→中、中→小は $\Delta f_{\text{。}}$ の絶対値より $\Delta f_{(\text{。}, \text{。})}$ の絶対値が小さいことを示す。

【0076】ステップS210で求めた移動体の移動方向と、ステップS212で求めた移動体の新しい移動方向を比較して、両者が大きく隔離していないときは、この測定の結果が正しいものと判断できる。

【0077】次に、ステップS210で求めた移動体の旧移動方向と、ステップS212で求めた移動体の新しい移動方向を基に、コントローラ92は、移動体の移動方向の変化量（図14における角 α に対応する量）を検出する（ステップS213、S214）。

【0078】この変化量が所定量より大きいときは、ステップS204に進み、コントローラ92は今回の測定より所定時間経過後ステップS201に戻って、移動体の移動をさらに追跡する。移動方向の変化量が所定量より小さいときは、ステップS215に進みコントローラ92は、この測定が連続モードに設定されているか、否かをメモリの所定アドレスに設定されているフラッグにより判定し、連続モードに設定されているときは、ステップS204に進み、コントローラ92は今回の測定より所定時間経過後ステップS201に戻って次の測定を実行する。連続モードが設定されていないときは、測定を中断する。

【0079】移動加入者系交換局（ML S）50は、上述のようにして検出した移動体の位置、移動方向、移動速度などに基づき、移動体に対するゾーンの切替え制御（いわゆるハンドオーバー等）を行う。好適には、このようなゾーン切替え制御は道路地図情報も参照して行われる。例えば、移動加入者系交換局（ML S）50は、局内に設置されている地図情報記憶装置から移動体の近傍

$$\lambda = R / (f_{\text{。}} / N)$$

となる。また、移動体の移動速度は、一般に、

$$v = \Delta f \cdot \lambda.$$

となる。ここで、図8を参照すれば、

$$R \cos \alpha = C / N - (v / N) \cos \theta \quad \dots \dots (A3)$$

$$R \sin \alpha = (v / N) \sin \theta \quad \dots \dots (A4)$$

であるから、(A3)式と(A4)式とから α を消去すると、

$$R = (C / N) \{ 1 - 2 (v / C) \cos \theta + (v / C)^2 \}^{1/2} \quad \dots \dots (A5)$$

を得る。(A5)式を(A1)式に代入すれば、

$$\lambda = (C / f_{\text{。}}) \{ 1 - 2 (v / C) \cos \theta + (v / C)^2 \}^{1/2}$$

の地図情報を読み取った結果、図7に例示するように、移動体10が曲線で表示された道路に沿って基地局20のゾーン内を矢印の方向に移動中であることを検出すると、移動加入者系交換局（ML S）50は、道路地図情報を加味して基地局20から基地局24へのゾーン切替えを準備する。この際、検出した移動体の位置が道路から外れた位置に存在する場合には、これが道路上に存在するように検出した移動体の位置を修正することもできる。この処理をマップマッチングという。

【0080】また、上記移動通信システムにカーナビゲーション機能を付加する場合などには、移動加入者系交換局（ML S）50は、検出した移動体の位置などをその在圏基地局を介してこの移動体に通知する。この場合、移動体の位置などが移動加入者系交換局（ML S）50からその移動体の在圏基地局に有線伝送路を介して通知され、この在圏基地局からは無線によって移動体に通知される。あるいは、移動加入者系交換局（ML S）50は、検出した移動体の位置などをその在圏基地局を介在させることなく、無線によって直接移動体に通知する構成とすることもできる。

【0081】最後に、前述した(1)式の導出方法について説明する。説明の便宜上、図8に示すように、速度 v m/secで移動する移動体が地点Sで送信した周波数 $f_{\text{。}}$ の電波の最初のレベルのピークを $1/N$ 秒後に受信する基地局Lを想定する。この基地局Lは移動体の移動方向と角 θ をなす方向に存在し、電波の速度を C m/secとすれば、この基地局Lと地点Sとの距離は C/N mである。この移動体は、 $1/N$ 秒後に地点Sから V/N mだけ離れた地点S'まで移動し、基地局Lの方向は移動方向と角 θ' をなす方向に変化する。移動体が地点Sから地点S'まで移動する間に送信した電波のレベルのピークの総数は $f_{\text{。}}/N$ 個である。従って、地点S'と基地局Lとの間には総数 $f_{\text{。}}/N$ 個の電波のレベルのピークが存在することになる。ここで、地点Sと地点S'を結ぶ線上の各点から図示する矢印は、移動体の進行に伴って発射された電波のレベルのピークの進行方向と進んだ距離を示している。

【0082】すなわち、地点S'と基地局Lとの距離を R とすれば、この間を伝播する電波の波長 λ は、

$$\dots \dots (A1)$$

$$\dots \dots (A2)$$

$$\dots \dots (A3)$$

$$\dots \dots (A4)$$

$$\dots \dots (A5)$$

..... (A6)

この波長に該当する電波の周波数を f とすれば、 $f = C / \lambda$ であるから、

$$f = f_0 / [1 - 2 (v/C) \cos \theta + (v/C)^2]^{1/2}$$

..... (A7)

を得る。

から、

【0083】ドップラーシフト量 Δf は $f - f_0$ である

$$\Delta f = [1 - \{1 - 2 (v/C) \cos \theta + (v/C)^2\}^{1/2}] f_0 / [1 - 2 (v/C) \cos \theta + (v/C)^2]^{1/2}$$

..... (A8)

を得る。ここで、 $v/C \ll 1$ であることを考慮すれば、10 2項に対して省略できる。同様に、分子と分母の根号を分子と分母の根号中の第3項 $(v/C)^2$ を第1項と第 級数展開して第1項のみを残せば、

$$\begin{aligned} \Delta f &\approx (v/C) f_0 \cos \theta / [1 - (v/C) \cos \theta] \\ &\approx (v/C) f_0 \cos \theta \\ &= (v/\lambda_0) \cos \theta \\ &= \Delta F \cos \theta \end{aligned}$$

..... (A9)

となる。(A2)式に(A9)式を代入して前述した(1)式を得る。

【0084】以上の説明では、測定対象の移動体は一つであったが、少なくとも一つ以上の移動体が同一のサービスゾーンに存在している場合にも、それぞれの移動体 20 について上記の移動体検出処理を並行して実行することにより、それぞれの位置、移動速度及び移動方向を並行して検出できることは明らかであろう。この場合において、マイクロセルがオーバーラップしている状況のもとではオーバーラップしている各基地局に移動体検出処理のための負荷を分散したり、他の移動加入者系交換局(MLS)の制御の下に適切な検出点に対応するいくつかの基地局を割当て、限定して検出したりすることが、網の制御や無線回線制御の最適化の観点から望ましい。

【0085】また、前述したVICSシステムやマンロケーションシステムなどに適用する場合には、意図的な観測点の設置場所としての道路や通路、階段、その他検出したいゾーンの状況や検出に携わる基地局の間隔、検出の分解能に対応して、基地局の設置密度や検出用の移動体から送信する無変調電波の周波数を選定すべきであることは上記の説明から明らかであろう。例えば、図4を参照すれば、低速の移動体についても大きなドップラーシフト量を発生させるために、無変調電波の周波数を使用可能な最高周波数に設定すればよい。

【0086】上記実施例では、各基地局がほぼ平面上に配置されている場合を例示した。しかしながら、各基地局はビルの各階などに三次元的に配列されていてもよく、この場合、階段やエレベータで移動中のPHPの速度や位置などを三次元的にも検出可能である。

【0087】また、上記実施例では、較正用の無変調電波を在圏基地局から送信する構成を例示した。しかしながら、この較正用の無変調電波を、基地局とは別個に散在して設置されている他の装置、あるいは移動加入者系交換局など、適宜な静止状態にある装置から送信する構成とすることもできる。

【0088】さらに、上記実施例では、TDMA方式の場合を例にとって本発明の移動通信システムを説明した。しかしながら、本発明の移動通信システムがその他のデジタル方式(CDMA(Code Division Multiple Access)方式等)またはアナログ方式(FDMA(Frequency Division Multiple Access)方式等)にも適用可能であることは明らかである。また、周波数の検出であるため、従来の方式に比べて検出に必要な時間は数秒以内と短時間である。

【0089】また、上記実施例では、移動体の送信する周波数を周辺の多数の基地局が検出する場合を例示したが、逆に基地局が定期的な送信するいわゆる報知信号などを順次移動体を受信する方式も可能であることは明らかである。しかしこの場合には、移動体での処理に要する負荷が大きくなり、小型化が要請される携帯電話等には不向きであろう。

【0090】また、PHPや自動車電話システムなどの移動通信システムの場合を例にとって本発明を説明した。しかしながら、本発明は、工場内や屋外などを走行するロボットや無人車両の位置検出や、道路上を走行する自動車のカーナビゲーションシステムなどの移動体の位置決めシステムに適用できることは明らかである。

【0091】さらに、上記ロボットや車両などの移動体の位置決めシステムにおいては、移動体に搭載している電波の送信器をこの移動体に対してその進行方向に所定速度で高速に移動させながら電波を送信させることにより、移動体の移動速度よりも大きなドップラーシフト量を発生させる構成とすることもできる。これにより、静止している機器の位置も決定することが可能となる。

【0092】以上、これまで説明したドップラーシフト量 Δf の検出においては、無変調波のドップラーシフト量検出を基本としてきた。このことは、PHP等に用いられる無変調の正弦波(搬送波)が送信され、マルチパスによる波形歪が生じても、受信される信号の振幅と位相のみが変化するため、 Δf の検出が容易となるという

公知の事実を適用することを狙ったからである。

【0093】しかしながら、振幅が極端に小さくなると正確な周波数の検出が困難となる。この場合には、指向性アンテナや各種のダイバーシチ方式の適用が有効となることは明らかであろう。それでは、変調波においてドップラーシフト量の検出が不可能かという、そうではなく、現実にはGPSの受信機ではドップラーシフトが検出できる。すなわちCDMA方式のBPSK(Binary Phase Shift Keying) 信号を復調してキャリア周波数のドップラーシフト量が検出されている。

【0094】また、FSK(Frequency Shift Keying) 信号の中心周波数とシフト周波数とも同一のドップラーシフトを受けるため、受信側で例えばディスクリミネータ(Discriminator) の出力シフト量から検出できることは明らかであろう。しかしながら、変調波は信号帯域が広がっているため空間伝搬中にこの電波がいわゆる選択性フェージング(Selective Fading) を受けやすくなっていると考えられるため、変復調方式に対応したドップラーシフト量の検出を工夫する必要がある。

【0095】さらにまた、マルチパスを受信する場合には、パスが異なるとドップラー周波数と伝搬時間が異なるという問題がある。このとき、電波を測定する各基地局のセクタアンテナのような指向性アンテナに対応して、電波伝搬における遅延プロファイルまたは遅延スプレッドを測定して、この伝搬遅延時間が最小値を示したときの指向性セクタアンテナで受信したデータを採用すれば、上記マルチパスの問題は軽減される。すなわち、最短距離で到来した電波を受信するためである。

【0096】例えば伝搬遅延時間の測定は以下のように実施する。ここでは便宜上、基地局アンテナのセクタ数を3〜12とし、予め定めたPN符号(疑似ランダム符号) 又は一定長の符号の適当な1, 0のデジタル信号(例えばユニークワード等) を変調して移動体から送信する。そしてこのPN信号を受信基地局のセクタアンテナで受信し、この受信復調信号と前記した予め定めたPN符号との相関を取ることによって、この場合の相対的伝搬遅延時間を各セクタアンテナにつき求めることができる。このときの電波の遅延時間を横軸に、各電波の電力を縦軸にプロットしたものが遅延プロファイルである。また、各受信電波を受信電力で重み付けした、平均遅延時間差の回りの2次モーメントの平方根を求めたものが遅延スプレッドである。以上説明したようにマルチパスの存在する環境では、本発明の位置決め精度が劣化する場合が考えられる。しかしながら、実際のシステムへの応用を考える場合、特にマイクロセル無線通信や構内無線通信システムのような基地局当たりのサービスエリアが狭い移動通信システムにおいては、低アンテナ高でしかも電波の到達距離が短いため、遅延スプレッドは一般に小さいことが分かっている。もちろん、直接波がほとんどというサービスエリアも多く存在しており、都

市部で移動体通信を行うストリートマイクロセルにおいては見通し内通信となる場合が多いと考えられるため、伝搬遅延時間差や遅延スプレッドも小さく、上記マルチパスの問題は本発明の有効性を少しも阻害するものではない。

【0097】次にマルチパスの問題を軽減ないし解決するための技術である第4の実施例について説明する。図15は、遅延プロファイルの一例である。この遅延プロファイルには、最短距離到来波の他マルチパスによる反射波等が含まれている。受信基地局のセクタアンテナ毎にこの遅延プロファイルを求めその中の最短距離到来波を選択しドップラー周波数の測定に使用する。ここで遅延プロファイルに代えて遅延スプレッドを用いてもよいことは明らかであろう。

【0098】図17は本実施例における基地局のセクタアンテナの一構成例を示す図である。ここで300はセクタアンテナシステム、その中の301〜312は各セクタに設置されたセクタアンテナである。図示するように、360度の全方位を12のセクタに分け、指向性を高めている。図18は本実施例における到来波の遅延時間差の検出制御方法を説明するための移動機と基地局のブロック構成の一例である。ここで、移動機320は、無指向性の送受信アンテナ321、送受信装置322、送受信装置322の一部に含まれる変調器323、およびPN信号発生器324を含んで構成されている。

【0099】また基地局330は、セクタアンテナシステム300の中で遅延プロファイルの中から最短遅延波を受信するために探索選定されるべきセクタアンテナ301〜312、送受信装置332、送受信装置332の一部に含まれる復調器333、PN信号発生器334、相関器335、遅延プロファイル記憶・評価装置336、制御装置337、および回線52によって移動加入者系交換局(MLS) 50に接続されたI/Oインターフェイス338を含んで構成されている。

【0100】次に到来波の遅延時間差の検出制御方法を図16に示す制御手順に従って説明する。尚、本実施例においても、図1に示す制御手順が基本となる。すなわち、図1で示すステップS1からS6の処理が実行された後に、本実施例の図16に示す処理が実行され、その後再び図1に示すステップS7からS13の処理が実行される。したがって、本実施例においては、図1のステップS1からS13に関する説明は省略して図16に示す処理のみを説明する。

【0101】図1に示すステップS6までの処理が実行された後、図16に示すステップS6Aに移行する。すなわち、移動機320においては、PN信号発生器324で生成したPN信号を送受信装置322の変調器323で変調し、送受信アンテナ321を介して周辺基地局(BS。〜BS。) に送信する。ここで基地局330は、周辺基地局(BS。〜BS。) の一つを代表して図

示したものである。また、送信キャリア周波数は f_c とする（ステップS 6 A）。基地局330においては、制御装置337が、選定されるべきセクタアンテナ301～312のうちの一つをアンテナ切替器331で切り替えながら順に選択する。さらに制御装置337は、移動機から送信された変調波を受信し、このときの受信電力レベルを測定する。ここで、受信レベルが最大となるセクタアンテナとその両隣のセクタアンテナの少なくとも3つのセクタアンテナを探索する（ステップS 6 B）。なお、この場合においてセクタアンテナの探索数を3つとしたが、要求される計算時間や測定精度との関連で探索数を増減できることは明らかであろう。

【0102】次に、送受信装置332の復調器333で復調されたPN信号は、基地局330に内蔵するPN信号発生器334で生成した信号と共に相関器335および制御装置337に入力される。ここでは、PN信号の生成タイミングを少しずつずらしながら復調されたPN信号との相関をとる。この処理を探索した3つの各セクタアンテナにつき繰り返す行くと、遅延プロファイル記憶・評価装置336に遅延プロファイルのデータベースが得られる（ステップS 6 C）。そこで、横軸に相対遅延時間を取り縦軸に受信レベルをとった遅延プロファイルのデータの中から最短距離到来波を探索する（ステップS 6 D）。この時の最短距離到来波を受信したセクタアンテナを3つのなかから選んで、前述のドップラー周波数の測定に用いる。制御装置337は以上の処理に必要な制御を行うとともに、I/Oインターフェイス338と回線52を介して移動加入者系交換局（MLS）50との接続制御を行う。ここで遅延プロファイル記憶・評価装置336の遅延プロファイルのデータベースを活用することを考える。すなわち、移動機の既知の位置における遅延プロファイルのデータとステップS 6 Cで得られた遅延プロファイルのデータベースとのマッチングを取ることで、移動局の位置・速度・移動方向の変化等をより精度よく検出することが出来ることは、公知の技術として明らかである。さらに、 f_c 測定時にマルチパスの最短到来波を受信するアンテナを選択することもできる。

【0103】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の移動通信システムと位置決めシステムによれば、移動体の運動に起因して発生するドップラー効果に基づく周波数シフト量の検出を移動体から送信される移動体の送信電波を周囲の基地局が測定することによって実現する構成であるから、移動体での処理負荷が最小限にとどめられ、しかも位置、移動速度、移動方向の三つの量を同時に測定可能になるという従来システムにない顕著な効果が奏される。

【0104】また、上記本発明の移動通信システムによれば、これまで一般的に用いられてきた電波の電力（電

界強度）に着目した測定方法とは異なり、電波の周波数と周辺基地局（測定点）の高密度化に着目した測定方法であるため、検出確度、検出所要時間、検出分解能及び検出精度の大幅な向上が実現できるという顕著な効果が奏される。

【0105】さらに、上記本発明の移動通信システムによれば、検出所要時間が大幅に短縮されると共に、検出分解能と検出精度とが大幅に向上されるため、マイクロセルなどの極小セルシステムにおいて従来特に問題となっていたハンドオーバーの迅速化や、いわゆるSMD（Speed and Moving Direction）法などのダイナミックチャネル割当法を適用するに当たって通信網等の制御を容易にできるという顕著な効果を奏する。

【0106】また、本発明の移動通信システムによれば、移動体の位置、移動速度及び移動方向を迅速かつ高精度で検出できるため、いわゆるハンドオーバー等の技術に関する網の柔軟な制御において、あるいはVICSやマンロケーションシステムなどにおいて、移動体への高度なサービスを一層容易に実現できる移動通信システムを提供することができる。特に、1992年電子情報通信学会秋季大会B-320に記載されたようなSMD法などに好適な検出手段となるものと考えられる。さらに、将来的には移動体の正確な識別によって可能となるきめ細かいサービスや、インテリジェントネットワーク上での網制御が一層容易になった移動通信システムを提供することができる。

【0107】さらに、本発明の移動通信システムによれば、いわゆるVICSシステムやマンロケーションシステムにおいて、また、ビル等の三次元的サービスゾーンを構成する移動通信システムにおいて、移動体の位置、移動速度及び移動方向の情報が、従来よりも迅速かつ正確に得られるため、多数の移動体をサービス対象とした場合においても、システムのスループットを低下させずに運用できるという効果を奏する。

【0108】上記本発明の移動通信システムによれば、ドップラー効果に基づく周波数シフト量が全てほぼゼロの場合には、測定対象の移動体を実質的に移動していない（停止している）ことが検知できるという利点もある。

【0109】また、上記本発明の移動通信システムによれば、マルチパスが存在する場合においても、マルチパスの悪影響を低減して測定できるので、マイクロセルからマクロセルまで全てのセル構成に対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による移動体の位置を決める方法の制御手順を示すフローチャートである。

【図2】本発明の一実施例による移動通信システムにおける、各基地局のサービスゾーンの配置と、移動体の位置、移動方向、及び移動速度を検出する方法との関係を示す図である。

【図 3】本発明の一実施例による移動通信システムにおいて、各基地局が移動体から受信した電波の周波数から移動体の位置、移動方向、及び移動速度を検出する原理を説明する図である。

【図 4】移動体の移動速度と、基地局で観察される最大ドップラーシフト量との関係を示す図である。

【図 5】本発明の一実施例による移動通信システムを構成する各基地局の主要部分の回路構成を示すブロック図である。

【図 6】本発明の一実施例による移動通信システムの典型例であるマイクロセル移動通信システムの概略構成を示す図である。

【図 7】本発明の一実施例において、道路地図情報を用いたゾーン切替えの制御を説明する図である。

【図 8】ドップラーシフト量の検出の原理を説明する図である。

【図 9】移動加入者系交換局の構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施例による移動体の位置決め方法の制御手順を示すフローチャートである。

【図 11】第 2 の実施例の変形例を説明する図である。

【図 12】本発明の第 3 の実施例の制御手順を示すフローチャートである。

【図 13】本発明の第 3 の実施例の制御手順を示すフローチャートである。

【図 14】移動体の移動方向の変化量を測定する方法を説明する図である。

【図 15】遅延プロファイルの一例を示す図である。

【図 16】第 4 の実施例におけるマルチパス対応時の制御手順を示す図である。

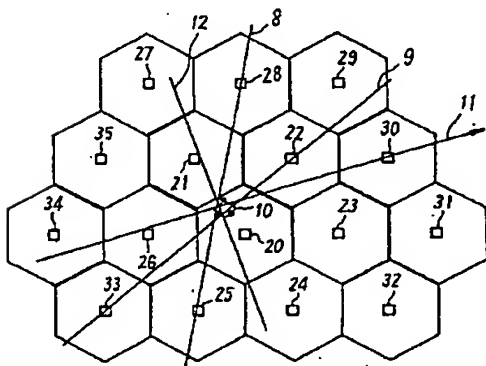
【図 17】第 4 の実施例で用いる基地局のセクタアンテナの構成例を示す図である。

【図 18】到来波の遅延時間差の検出制御方法を説明するための移動機と基地局のブロック図である。

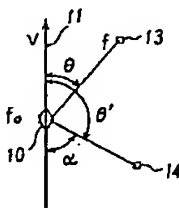
【符号の説明】

- 10 移動体
- 20 移動体の在圏基地局
- 21～35 周辺の基地局
- 40 多重化回路
- 41 変調器
- 42 送信器
- 43 アンテナ共用器
- 45 シンセサイザ
- 46 制御回路
- 47 受信器
- 48 復調器
- 49 信号分離回路
- 50 移動加入者系交換局 (ML S)
- 52 回線
- 53～59 基地局 (BS)
- 60～69 移動体
- 91 I/Oインターフェース
- 92 制御装置
- 93 交換装置
- 94 演算装置
- 95 ROM

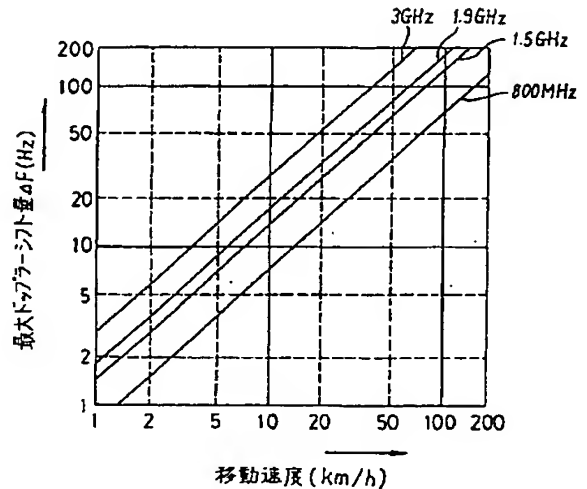
【図 2】



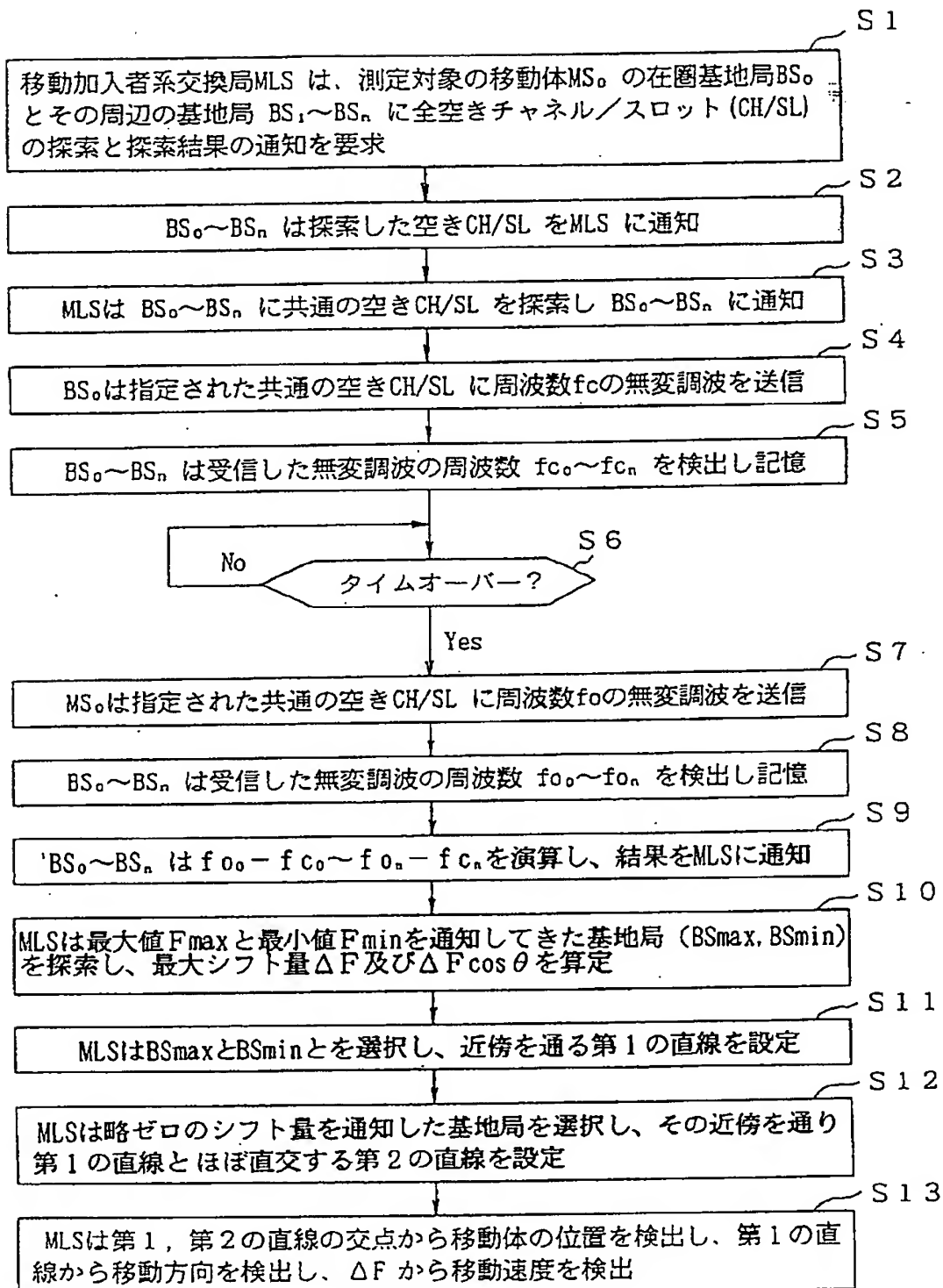
【図 3】



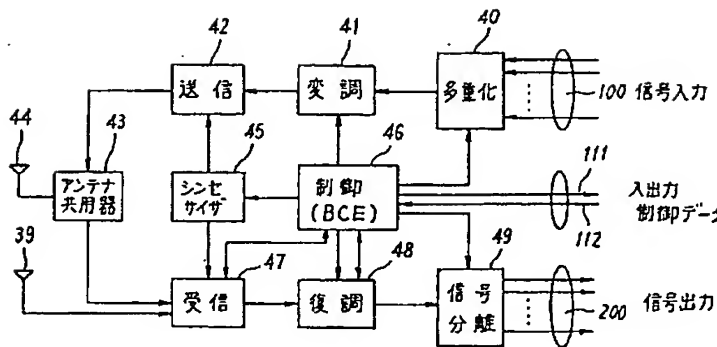
【図 4】



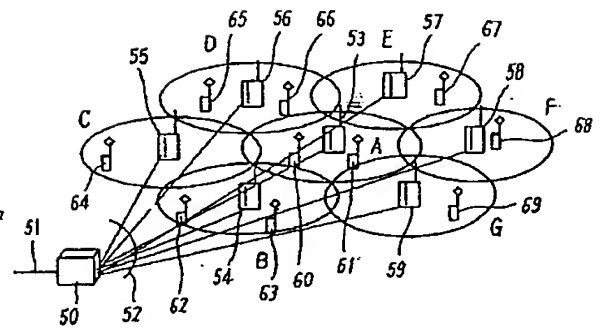
【図 1】



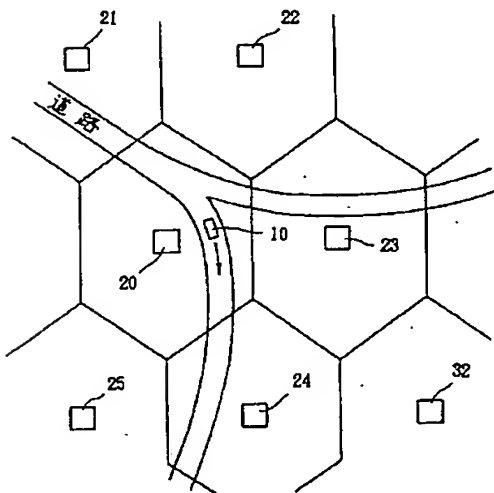
【図 5】



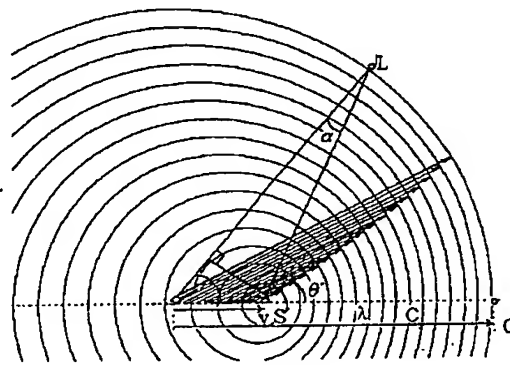
【図 6】



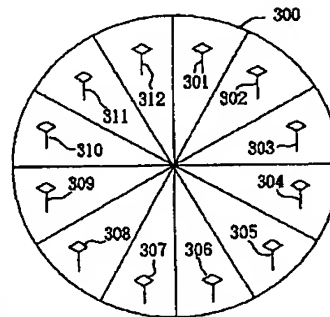
【図 7】



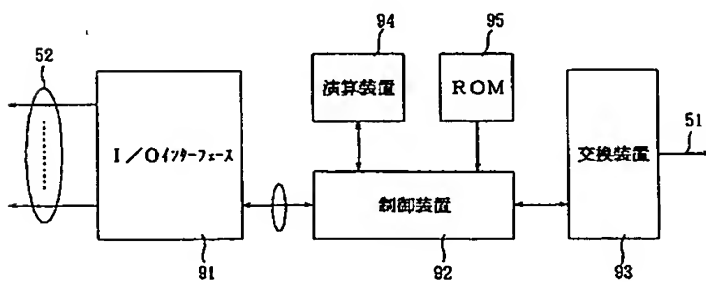
【図 8】



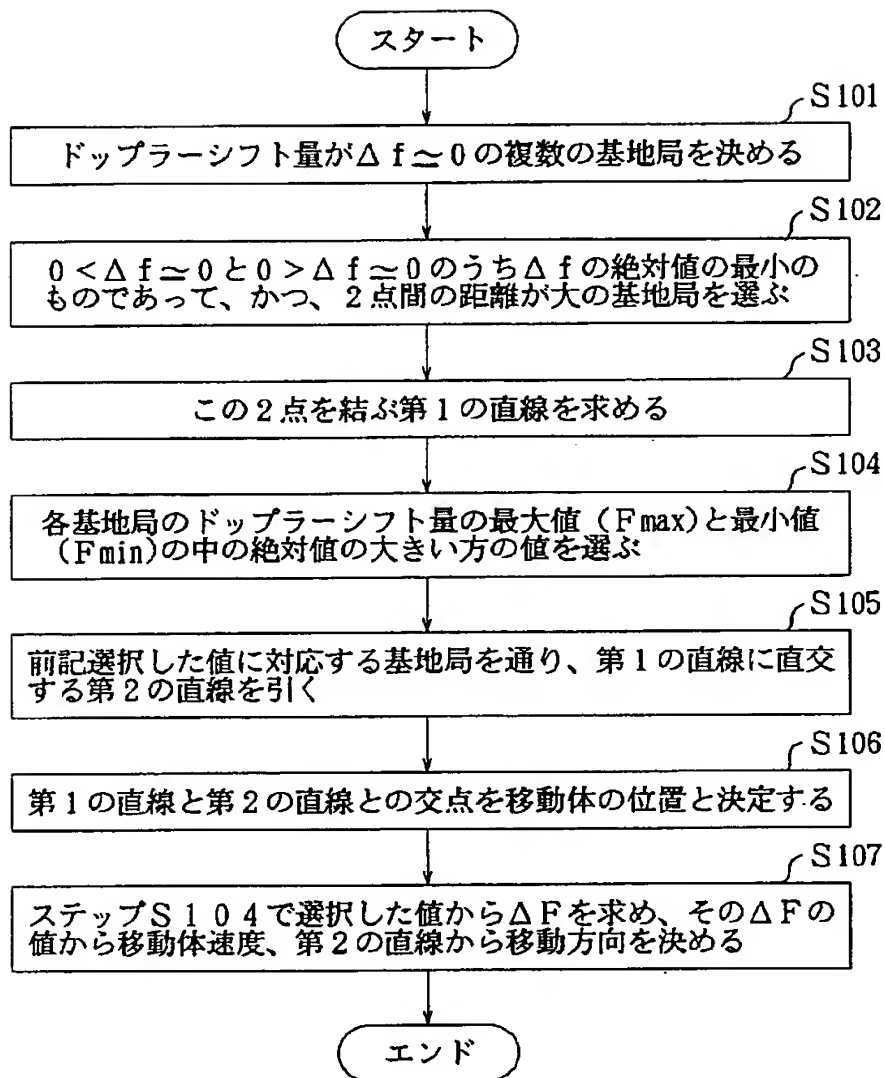
【図 17】



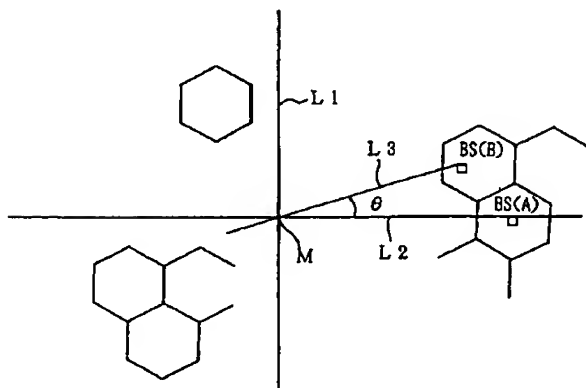
【図 9】



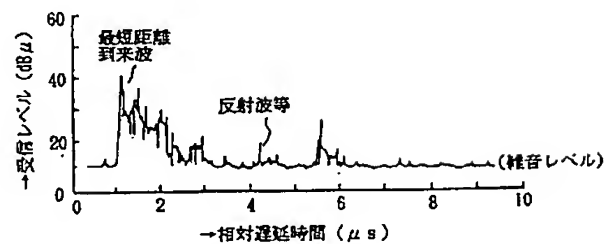
【図 10】



【図 11】



【図 15】



【図 12】

